ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО



ISSN:

2587-6015

Периодическое издание
Выпуск № 1
2022 год

ГБОУ ВПО
«Донбасская аграрная
академия»



МАКЕЕВКА

2022 год

ГБОУ ВПО «**Донбасская аграрная академия**» приглашает к сотрудничеству студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов, а также других лиц, занимающихся научными исследованиями, опубликовать рукописи в электронном журнале «**Промышленность и сельское хозяйство**».

Основное заглавие: **Промышленность и сельское хозяйство**
Место издания: **г. Макеевка, Донецкая Народная Республика**
Параллельное заглавие: **Industry and agriculture**
Формат издания: **электронный журнал в формате pdf**
Языки издания: **русский, украинский, английский**
Периодичность выхода: **1 раз в месяц**
Учредитель периодического издания: **ГБОУ ВПО «Донбасская аграрная академия»**
ISSN: **2587-6015**

Редакционная коллегия издания:

Выходные данные выпуска:

Промышленность и сельское хозяйство. – 2022. – № 1 (42).



ОГЛАВЛЕНИЕ ВЫПУСКА МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО ЖУРНАЛА «ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»

УДК 663.251:543.062

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Аллаярова Г.Р., Ларионова Т.К., Зеленковская Е.Е., Афонькина С.Р., Аухадиева Э.А., Даукаев Р.А., Мусабиров Д.Э., Курилов М.В., ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», г. Уфа, E-mail: Guzel-all@mail.ru

***Аннотация**. В связи с ростом производства вина в России проблема безопасности винодельческой продукции, как фактора, определяющего здоровье населения, продолжает оставаться актуальной. Целью работы является оценка качества винодельческой продукции, расчет энергетической ценности вина. Образцы вина исследовали на соответствие требованиям ГОСТ 32030-2013 по физико-химическим показателям: объемная доля этилового спирта, массовая концентрация сахаров, массовая концентрация титруемых кислот, массовая концентрация летучих кислот, массовая концентрация приведенного экстракта, массовая концентрацию общего диоксида серы, массовые концентрации сорбиновой и лимонной кислот. Рассчитана энергетическая ценность вин различных типов. Выявлено, что проанализированные вина соответствуют требованиям ГОСТ 32030-2013 по физико-химическим показателям качества. Установлены диапазоны варьирования энергетической ценности вин разного типа (61,0-91,4 кккал) на основе определения содержания этилового спирта, сахаров и приведенного экстракта, при этом сладкие и полусладкие вина на 20% калорийнее, чем сухие.*

***Abstract.** Due to the growth of wine production in Russia, the problem of the safety of wine products, as a factor determining the health of the population, continues to be relevant. The purpose of the work is to assess the quality of wine products, to calculate the energy value of wine. The wine samples were examined for compliance with the requirements of GOST 32030-2013 according to physico-chemical parameters: volume fraction of ethyl alcohol, mass concentration of sugars, mass concentration of titrated acids, mass concentration of volatile acids, mass concentration of the reduced extract, mass concentration of total sulfur dioxide, mass concentrations of sorbic and citric acids. The energy value of wines of various types is calculated. It was revealed that the analyzed wines comply with the requirements of GOST 32030-2013 for physico-chemical quality indicators. Ranges of variation of the energy value of wines of different types (61.0-91.4 kcal) have been established based on the determination of the content of ethyl alcohol, sugars and the above extract, while sweet and semi-sweet wines are 20% more caloric than dry ones.*

***Ключевые слова:** вино, приведенный экстракт, объемная доля этилового спирта, летучие и титруемые кислоты, массовая концентрация сахаров, общий диоксид серы, сорбиновая и лимонная кислоты, энергетическая ценность.*

***Key words:** wine, reduced extract, volume fraction of ethyl alcohol, volatile and titratable acids, mass concentration of sugars, total sulfur dioxide, sorbic and citric acids, energy value.*

Введение

Производство вина в России за последние два года выросло, в среднем, на 4,5 %, в связи с высоким урожаем винограда в 2019 году [1]. При этом проблема качества винодельческой продукции, как фактор, определяющий здоровье населения, остается актуальной [2].

Вино – это алкогольный продукт, который получают полным или частичным спиртовым брожением целых или дробленых ягод свежего винограда или виноградного сусла (иногда с добавлением спирта и других веществ) и его качество определяется множеством факторов (ГОСТ Р 52335-2005 Продукция винодельческая. Термины и определения). Известно, что виноградное вино состоит из различных соединений, которые либо переходят в вино из винограда, либо накапливаются в процессе брожения и выдержки [3].

Межгосударственный стандарт ГОСТ 32030-2013 (ГОСТ 32030-2013 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия) является регламентирующим документом, устанавливающим общие технические требования к столовым винам. Вина, поступающие в продажу, проверяются на соответствие требованиям качества и безопасности, при этом производители проходят добровольную сертификацию на соответствие стандарту.

Один из важных показателей качества, позволяющий судить о вкусовых достоинствах вина является экстракт вина – это сумма всех содержащихся в вине нелетучих веществ. Различают общий, приведенный и остаточный экстракт. Общий экстракт вина представляет собой суммарную концентрацию всех растворенных в вине нелетучих веществ, включая углеводы, глицерин, нелетучие кислоты, азотистые соединения, дубильные и красящие вещества, высшие спирты, минеральные вещества. Приведенный экстракт – это общий экстракт вина за вычетом массовой концентрации сахаров, остаточный - это приведенный экстракт за вычетом титруемых кислот. Массовую концентрацию общего экстракта определяют с помощью пикнометра по относительной плотности продукта и относительной плотности его дистиллята.

Титруемая кислотность – это сумма содержащихся в вине кислот и их кислых солей, которая складывается из: алифатических одноосновных кислот, алифатических многоосновных кислот, алифатических оксикислот, алифатических многоосновных оксикислот, альдегидо- и кетокислот, ароматических и фенолокислот. Для определения титруемой кислотности используют методы потенциометрического титрования и титрования в присутствии бромтимолового синего в качестве индикатора [4].

Летучие кислоты вина – побочные продукты спиртового брожения. Летучими кислотами вина называют входящие в его состав одноосновные кислоты жирного ряда с общей формулой. Это высшие жирные кислоты, такие как уксусная, муравьиная, масляная, валериановая, пропионовая, каприловая и другие. Уксусная кислота является главной среди летучих кислот по своему количеству и значению [4]. Метод определения летучих кислот основан на отгонке из продукта с помощью водяного пара, с последующим титрованием дистиллята раствором щелочи в присутствии фенолфталеина.

Для защиты вина от воздействия различных бактерий, дрожжей проводят обработку диоксидом серы (пищевая добавка Е220), выполняющим функции

консерванта. Обработку можно проводить в момент сбора винограда, при производстве и выдержке вина, а также перед розливом в бутылки [5]. Метод определения общего диоксида серы заключается в окислении сернистой кислоты йодом в серную кислоту, при этом связанная сернистая кислота предварительно разрушается под действием щелочи, а затем подкисленная серной кислотой переводится в свободное состояние.

Лимонная кислота применяется для повышения кислотности и стабилизации вина. Сорбат калия – это консервант, предотвращающий повторное брожение сладких или полусладких вин. При добавлении воды сорбат калия распадается на сорбиновую кислоту и ионы калия. Сорбиновая кислота действует как обеззараживающее средство, но она не убивает клетки дрожжей, а только предотвращает их развитие и снижает активность. Активность сорбата калия, повышается со снижением pH [6]. Определяют лимонную и сорбиновую кислоты методом капиллярного электрофореза с детектированием компонентов при длине волны 254 нм.

Энотерапия (лечение вином) доказывает, что вина являются целебными средствами, в их составе много витаминов и микроэлементов, однако злоупотребление данными напитками способно спровоцировать цирроз печени, повышение артериального давления, развитие алкогольной зависимости, возникновение рака горла, пищевода, желудка, развитие остеопороза.

Исследование энергетической ценности (калорийности) вин с точки зрения рационального питания является актуальным, поскольку дополнительным фактором возникновения проблемы избыточного веса может быть отсутствие осведомленности населения о калорийности алкогольных напитков [7; 8].

Учеными предложены несколько методик расчета энергетической ценности вина. Так в работе Н.С. Аникиной и соавторов (2011) энергетическую ценность виноградных вин предлагается рассчитывать по формуле, которая учитывает содержание этилового спирта, сахаров, органических кислот и глицерина [9]. В работах [10; 11] предложен метод определения энергетической ценности вин по формуле, учитывающей, объемную долю этилового спита, содержание сахаров и приведенного экстракта. Данный метод позволяет рассчитать приближенное значение энергетической ценности напитка.

Цель работы – исследование качества винодельческой продукции и оценка энергетической ценности разных типов вина.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований являются белые и красные вина, поступившие на анализ в аккредитованный Испытательный центр Федерального бюджетного учреждения науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». Всего исследовано 456 вин различных типов, отечественного и импортного производства, из которых 143 – сухие, 33 – полусухие, 239 – полусладкие и 41 – сладкие.

Образцы вина исследовали на соответствие требованиям ГОСТ 32030-2013 по физико-химическим показателям качества: объемная доля этилового спирта (ГОСТ 32095–2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта»), массовая концентрация сахаров (ГОСТ 313192–73 «Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения

сахаров»), массовая концентрация титруемых кислот (ГОСТ 32114-2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот»), массовая концентрация летучих кислот (ГОСТ 32001–2012 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот»), массовая концентрация приведенного экстракта (ГОСТ 32000-2012 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации приведенного экстракта»), массовая концентрацию общего диоксида серы (ГОСТ 32115-2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации свободного и общего диоксида серы»), массовые концентрации сорбиновой и лимонной кислот (М 14-47-2012 «Продукция винодельческая, соковая, безалкогольная, слабоалкогольная и алкогольная, продукты пивоварения. Методика измерений массовой концентрации органических кислот и их солей методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель»).

Энергетическую ценность вин (ЭЦ) рассчитывали по формуле, представленной в работе [10]:

$$ЭЦ=6,9*0,794*V_{сп}+4,0*C_{сах}+2,4*C_{пр.э};$$

где 6,9 – энергетическая ценность этилового спирта, содержащегося в образце вина, ккал/г;

0,794 – плотность этилового спирта, г/100 $см^3$;

$V_{сп}$ – объемная доля этилового спирта, %;

4,0– энергетическая ценность сахаров, содержащихся в образце вина, ккал/г;

$C_{сах}$ – массовая концентрация сахаров, г/100 см3;

2,4 – энергетическая ценность приведенного экстракта вина, ккал/г;

$C_{пр.э}$ – массовая концентрация приведенного экстракта, г/100 $см^3$.

Статистический анализ проводили с использованием программного обеспечения SPSS 21.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA). Проверку распределения на нормальность осуществляли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова, различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Так как в торговле представлен ассортимент вин, имеющих одинаковое название, изготовленных из одного и того же сорта винограда, но различающихся региональной принадлежностью и стоимостью, классификацию проводили по типу, а не по названию.

Согласно требованиям ГОСТ 32030-2013 объемная доля этилового спирта в столовых винах с учетом допустимых отклонений должна быть не менее 8,5% и не более 15,0%. Анализ данных лабораторного контроля показал, что объемная доля этилового спирта в винах варьирует от 9,9 до 13,6% при средней величине 11,0%.

Массовая концентрация сахаров с учетом допустимых отклонений в столовых сухих винах должна составлять не более 4,0 г/$дм^3$, полусухих – от 4,0

до 18,0 г/дм^3, полусладких - от 18,0 до 45,0 г/дм^3, сладких - не менее 45,0 г/дм^3. Результаты анализа представлены на рисунке.

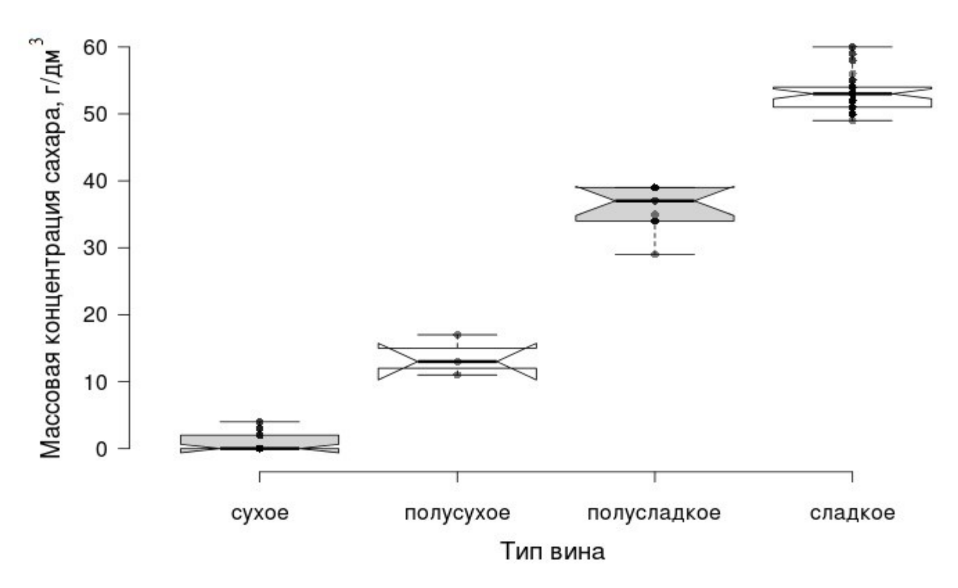


Рис. 1 Массовая концентрация сахаров в винах (n=456)

Среднее содержание сахаров в сухих винах составляет 2,0 г/дм^3, в полусухих – 13,0 г/дм^3, в полусладких – 38,0 г/дм^3, в сладких – 53,0 г/дм^3, результаты находятся в пределах регламентируемых значений.

Массовая концентрация приведенного экстракта в белых столовых винах должна быть не менее 16,0 г/дм^3, в красных не менее 18,0 г/дм^3. В исследованных пробах приведенный экстракт белых вин варьировался от 16,2 до 26,1 г/дм^3; красных вин от 18,6 до 28,9 г/дм^3.

Массовая концентрация титруемых кислот в столовых винах с учетом допустимых отклонений должна составлять в пересчете на винную кислоту не менее 3,5 г/дм^3. В проанализированных пробах содержание массовой концентрации титруемых кислот составило от 4,0 до 5,7 г/дм^3.

Массовая концентрация летучих кислот в столовых винах в пересчете на уксусную кислоту должна быть не более 1,10 г/дм^3 для белых вин и не более 1,20 г/дм^3 для красных вин. Результаты исследований показали, что среднее содержание летучих кислот в белых винах – 0,58 г/дм^3, в красных винах – 0,69 г/дм^3.

Массовая концентрация общего диоксида серы в сухих столовых винах должна быть не более 200 мг/дм^3; в остальных – не более 300 мг/дм^3. Проведенные исследования показали, что диоксид серы присутствует во всех без исключения образцах, но не превышает установленных норм. Содержание диоксида серы в сухих столовых винах находится в диапазоне от 21 до 152 мг/дм^3, в остальных винах в диапазоне от 22 до 149 мг/дм^3. Максимальные значения выявлены в красных сухих и полусладких винах.

Массовая концентрация лимонной кислоты в столовых винах должна быть не более 1,0 г/дм^3. Лимонная кислота была обнаружена во всех проанализированных винах, в концентрациях от 0,02 до 0,82 г/дм^3. Массовая

концентрация сорбиновой кислоты и ее солей в пересчете на сорбиновую кислоту в столовых винах в норме не должна превышать 200 мг/дм^3. Сорбиновая кислота выявлена в 78 % исследуемой продукции со средним содержанием 43 мг/дм^3.

Таким образом, все представленные на исследования образцы вина по физико-химическим показателям соответствуют требованиям нормативного документа.

Согласно Техническому регламенту ТР ТС 022-2011 (ТР ТС 022/2011 Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части её маркировки») производитель обязан указывать на этикетке сведения о энергетической ценности продукта. Энергетическая ценность (калорийность) продукции должна быть указана в джоулях и калориях. Анализ исследуемых образцов по физико-химическим показателям позволил рассчитать фактические значения энергетической ценности вин различных типов (таблица 1).

Таблица 1

Химический состав и энергетическая ценность вин

Тип вина	Объемная доля этилового спирта, % M±m (min-max)	Массовая концентрация, г/дм^3		Энергетическая ценность, ккал M±m (min-max)
		сахаров M±m (min-max)	приведенного экстракта M±m (min-max)	
Сухое белое	11,1±0,1 (10,5-12,7)	2,0±0,1 (0-4,0)	19,0±0,3 (16,2-26,0)	65,8±0,4 (61,5-74,8)
Сухое красное	11,3±0,1 (9,9-12,9)	2,0 ±0,1 (0-4,0)	23,0±0,2 (18,6-26,0)	68,4±0,4 (61,0-77,6)
Полусухое белое	10,8±0,2 (10,3-12,5)	12,0±0,6 (8,1-16,2)	19,0±0,4 (17,9-22,2)	68,4±0,8 (65,9-76,1)
Полусухое красное	11,4±0,2 (10,3-13,6)	14,0±0,7 (9,1-17,5)	23,0±0,5 (19,3-28,9)	73,7±1,2 (67,9-84,4)
Полусладкое белое	10,8±0,1 (10,0-12,3)	37,0±0,3 (21,3-44,3)	19,0±0,2 (16,6-24,3)	78,5±0,3 (70,7-87,8)
Полусладкое красное	10,8±0,1 (10,0-12,0)	38,0±0,3 (26,5-44,9)	23,0±0,1 (19,3-28,3)	80,0±0,3 (72,4-86,7)
Сладкое красное	10,2±0,1 (9,9-11,5)	53,0±0,5 (49,0-60,0)	22,0±0,3 (19,1-27,7)	82,6±0,4 (80,0-91,4)

Выводы

Диапазоны энергетической ценности вин изученных типов варьируют от 61,0 до 91,4 ккал, при этом сладкие и полусладкие вина на 20% более калорийны, чем сухие.

Энергетическая ценность вина, указанная на этикетке, соответствует расчетным значениям исследуемых образцов.

Осведомленность потребителей об энергетической ценности вин позволяет более осознанно подходить к выбору вина с учетом рационального питания.

Список использованной литературы:

1. Анализ рынка вин в России в 2016-2020 гг., прогноз на 2021-2025 гг. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://businesstat.ru/wine_russia_demo_businesstat.pdf (дата обращения: 13.12.2021).
2. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Гниломедова Н.В., Червяк С.Н., Погорелов Д.Ю., Ермихина М.В., Рябинина О.В., Михеева Л.А. Совершенствование методологии выявления фальсифицированной винопродукции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019; 21(1): 75-79.
3. Положишникова М.А., Перелыгин О.Н., Семикин В.В. Применение хроматографических методов для оценки качества и идентификации виноградных вин // Пищевая промышленность. 2006; 1: 18-21.
4. Кишковский З.Н., Скурихин И.М. Химия вина. – Москва, 1996.
5. Пищевая добавка Е220 – опасна или нет? [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ingredienty-razvitie.ru/stati/piwevayadobavka-e220-konservant-opasna-ili-net/ (дата обращения: 11.11.2021).
6. Методы технохимического контроля в виноделии: монография / под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2009; 303.
7. Wang L.; Lee I.; Manson J.E.; Buring J.E.; Sesso H.D. Alcohol Consumption, Weight Gain, and Risk of Becoming Overweight in Middle-aged and Older Women. Archives of Internal Medicine. 2010; 170(5): 453-461. DOI: 10.1001/archinternmed.2009.527.
8. Battista K.; Leatherdale S.T. Estimating How Extra Calories from Alcohol Consumption Are Likely an Overlooked Contributor to Youth Obesity. Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada: Research, Policy and Practice. 2017; 37(6): 194–200. DOI: 10.24095/hpcdp.37.6.03.
9. Аникина Н.С., Яланецкий А.Я., Гержикова В.Г., Загоруйко В.А. Энергетическая ценность виноградных вин // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2011; 2: 29-31.
10. Аникина Н.С., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В. Энергетическая ценность вин: сравнительная характеристик // Индустрия питания. 2020; 4: 5-10.
11. Caloric Content of Wines (AOAC Official Method 979.07). Journal of AOAC International. 1998; 62: 276.

УДК 528.71:631

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Чернышева Раиса Ивановна,
Донбасская аграрная академия, г. Макеевка,

E-mail: richernyshova@mail.ru

Чернышев Николай Николаевич,
МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва

Нижненец Татьяна Владимировна,
Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

Аннотация. *В данной работе рассмотрены возможности беспилотных технологий для использования в сельском хозяйстве. Дана оценка основных преимуществ применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и организации точечного земледелия.*

Abstract. *This paper discusses the possibilities of unmanned technologies for use in agriculture. An assessment of the main advantages of the use of unmanned aerial vehicles for monitoring agricultural lands and the organization of point farming is given.*

Ключевые слова: *беспилотные летательные аппараты, сельское хозяйство, точечное земледелие, мониторинг земель сельскохозяйственного назначения.*

Key words: *unmanned aerial vehicles, agriculture, point farming, monitoring of agricultural land.*

В соответствии с проектом «Сельское хозяйство в 2050 году» (программа продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций) к 2050 году население мира достигнет примерно 10 миллиардов человек. Чтобы повысить темпы производства продуктов питания, сельскому хозяйству необходимы интеллектуальные технологии, которые сочетают в себе информационные и коммуникационные технологии, робототехнику, искусственный интеллект, большие данные и Интернет вещей. Умное сельское хозяйство – активная сфера, в которой открываются новые возможности для будущего. Поэтому современное развитие сельского хозяйства значительно отличается от предшествующих периодов. Характерной чертой является поиск способов увеличения продуктивности земель, качества урожая и выращивания животных с применением новейших технологий в земледелии и технике. Так, например, Минсельхозом России разработан ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» со сроком реализации 2019-2024 гг., основной целью которого является внедрение цифровых технологий и платформенных решений,

обеспечивающих технологический прорыв в АПК и достижение роста производительности труда на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях в 2 раза к 2024 г. [1; 2].

В центре развития умного сельского хозяйства находятся сельскохозяйственные роботы, в том числе беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Технологии точного земледелия предусматривают использование точных данных дистанционного зондирования, таких как снимки или видеоизображения с БПЛА или спутников. Поэтому сельскохозяйственные БПЛА становятся ключевым фактором, помогающим увеличивать производство сельскохозяйственных культур, контролировать и проверять рост урожая, создавать более полное представление о полях, повышать эффективность сельского хозяйства и увеличивать урожайность.

БПЛА – летательный аппарат без экипажа на борту, использующий аэродинамический принцип создания подъемной силы с помощью фиксированного или вращающегося крыла, оснащенный двигателем и имеющий полезную нагрузку и продолжительность полёта, достаточные для выполнения специальных задач. Дроны различают по способу их применения в определённых сферах, типу конструкции, взлетной массе, дальности, высоте и продолжительности полета и т.д. [2; 3; 4].

Технологии БПЛА находятся на стыке прикладных наук и высокотехнологичных отраслей начиная разработки аэродинамической схемы летательных аппаратов, современных материалов для изготовления силовой конструкции фюзеляжа до нанотехнологий изготовления микропроцессоров, датчиков, видеокамер и пр. В настоящее время этап технологического и промышленного уровня развития материаловедения и интеллектуальных технологий позволили создавать полностью автономные летательные аппараты с высокими лётно-техническими и массово-габаритными характеристиками.

Ротационные дроны и дроны с неподвижным крылом – это два типа БПЛА, каждый из которых имеет определенные преимущества. Вращающаяся система, такая как квадрокоптер или мультикоптер, идеально подходит для картирования и осмотра небольших участков благодаря своей способности снимать изображения с высоким разрешением на более близком расстоянии, используя миллиметры на пиксель (рис. 1).

Зона взлета и посадки может быть очень маленькой, что подходит для городских районов. Напротив, БПЛА с неподвижным крылом часто более подходит и выгоден для применения в сельском хозяйстве, где нанесенные на карту участки обычно большие, а пространство для взлета и посадки не ограничено. Его выносливость и высокая крейсерская скорость позволяют отображать большую площадь земли в 2,6 раза быстрее, с разрешением объекта см/дюйм на пиксель, кроме того, пользователи получают выгоду от его способности противостоять сильному ветру – важный фактор при картировании больших площадей открытой местности – а также от снижения затрат на рабочую силу.



Рис. 1 Внешний вид БПЛА: а) DJI M300 RTK, б) AgDrone.

Технология управления БПЛА реализуется при помощи пульта дистанционного управления или посредством мобильных приложений. Дроны оснащены встроенным программным обеспечением, которое отправляет команды исполняющим устройствам БПЛА или удалённому контроллеру. В большинстве БПЛА встроен контроллер наземной станции или приложение, которое отслеживает текущую телеметрию полёта и передает на мобильное устройство то, что фиксирует камера установленная на дрон.

Достижения в области технологий теперь означают, что БПЛА также можно легко интегрировать с существующими информационными системами управления, что помогает специалистам в области сельского хозяйства обрабатывать и анализировать данные после сбора – все в одной системе. Также крайне важно соблюдать правила, такие как контролируемое воздушное пространство вокруг аэропортов и конфиденциальность частных лиц.

БПЛА широко применяются в сельском хозяйстве многих стран: США, Японии, Китая, России, Италии, Бразилии и других как часть эффективного подхода к устойчивому управлению сельским хозяйством. Там, где для наблюдения за сельским хозяйством традиционно использовались спутники и пилотируемые летательные аппараты, БПЛА быстро становятся более точной и экономичной заменой. Исследования показали, что изображения с дронов обеспечивают более высокую точность и разрешение даже в пасмурные дни.

В сложных погодных условиях использование традиционных наземных подходов для сбора данных о состоянии сельскохозяйственных культур может быть затруднено или отложено, однако с помощью БПЛА это можно проводить в течении всего года.

БПЛА особенно полезны для тщательного мониторинга больших площадей сельскохозяйственных угодий с учетом таких факторов, как уклон и высота, например, для определения наиболее подходящих рецептов посева. Эта технология также оказалась полезной для получения обширного обзора всхожести и популяции растений, поскольку более точные данные могут помочь в принятии решений о пересадке, а также при прореживании и обрезке, а также в улучшении моделей культур.

Таким образом универсальность БПЛА позволяет сельхозпроизводителям использовать беспилотную технологию по ряду причин [2; 3]:

1. Мониторинг посевов. БПЛА отслеживают посевы точно и дешевле, чем традиционные методы, и предлагают основные сведения о развитии посевов, а также выявляют эффективные и неэффективные методы ведения посевной кампании (рис. 2).



Рис. 2 Оценка всхожести культур по снимкам БПЛА

2. Анализ почвы и полей. БПЛА могут быстро и дешево создавать 3D-карты, которые помогают фермерам принимать важные решения, например, о разработке схемы посадки семян и управлении уровнем азота.
3. Оценка состояния растений. БПЛА могут собирать мультиспектральные данные, чтобы помочь фермерам собрать ключевую информацию о болезнях сельскохозяйственных культур.
4. Орошение. БПЛА, оснащенные оборудованием для мониторинга, могут определять участки поля, испытывающие водный стресс (недостаток воды). Тепловые датчики предоставляют важную информацию, позволяя проводить целенаправленную диагностику участков, получающих слишком много или слишком мало воды.
5. Посадка с воздуха. БПЛА могут летать над потенциальной зоной посадки, чтобы следить за лучшими участками для роста. Затем они могут сбросить биоразлагаемые стручки, наполненные семенами и питательными веществами, в землю.
6. Управление стадом. Фермеры используют БПЛА для наблюдения за домашним скотом.
7. Опрыскивание сельскохозяйственных культур. БПЛА могут быстро покрыть большие площади, распыляя жидкости с большой точностью.

Картирование сельского хозяйства с помощью БПЛА стало более доступным, что позволяет операторам получать важную информацию о состоянии сельскохозяйственных культур и планировать соответствующие действия. Картографирование с помощью БПЛА может дать следующие сведения [2; 3; 4]:

1. Полевая проверка – выявление проблем с помощью быстро создаваемых карт с высоким разрешением (рис. 3).

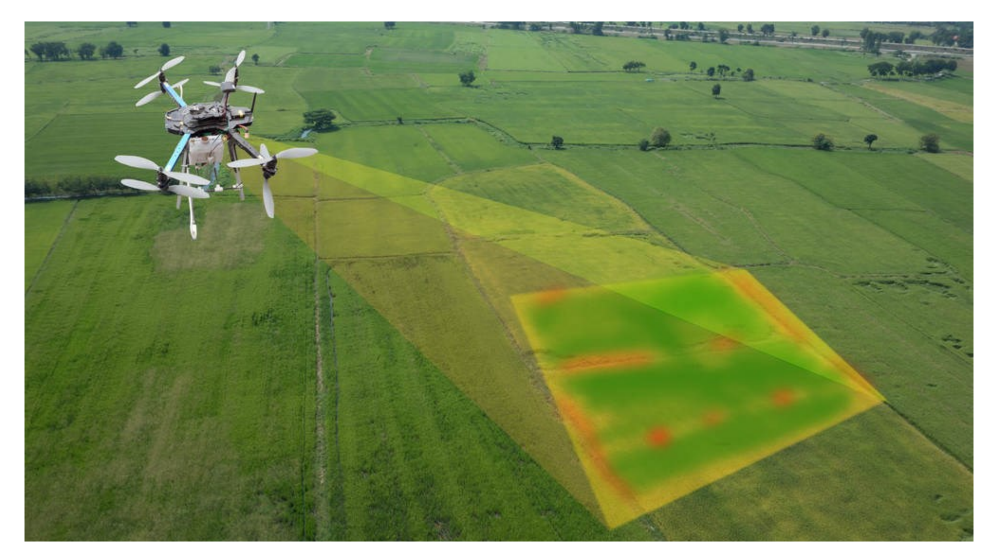


Рис. 3 Картографирование с помощью БПЛА

2. Орошение – управление орошением и минимизация эрозии почвы путем создания цифровой модели поверхности, что помогает понять изменчивость орошения и выделить районы, подверженные риску эрозии (рис. 4).



Рис. 4 Изучение развития эрозии по мозаике из снимков БПЛА

3. Полевая интерпретация – анализ различных карт вегетационного индекса, чтобы определить ключевые площади сельскохозяйственных культур, которые необходимо обработать и обеспечить эффективность новых методов.
4. Целевой анализ – создание комплексных карт зон для определения способов повышения урожайности.
5. Страховые претензии – создание карт для проверки и подтверждения страховых претензий, фиксируя следы повреждений урожая.
6. Исторический анализ – изучение закономерностей и визуализация как происходит прорастание сельскохозяйственных культур и меняется состояние растений на протяжении всего вегетационного периода.

Основные проблемы применения БПЛА – это малая величина полезной нагрузки в абсолютном значении для средних и малых БПЛА, ограничение заряда батареи и как следствие небольшое временя полета. Чтобы решить эту проблемы, исследования в области проектирования БПЛА продолжаются.

Будущее беспилотных технологий в сельском хозяйстве многообещающее. Следующим шагом будет использование искусственного интеллекта для автоматического анализа полученных данных. Имея большие объёмы данных, аграрии могут принимать решения на основе экономических и экологических факторов – например, можно добиться значительной экономии средств и уменьшить влияние на окружающую среду за счет оптимизации состава удобрений и внесения только нужного их количества в определенное время.

Список использованной литературы:

1. Цифровые технологии для обследования состояния земель сельскохозяйственного назначения беспилотными летательными аппаратами: аналит. обзор. / В.Я. Гольтяпин, Н.П. Мишуров, В.Ф. Федоренко, И.Г. Голубев, и др.– М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 88 с.
2. Проект РФФИ 19-29-05184 мк Разработка теоретических основ дистанционной и наземной количественной оценки внутриполевой изменчивости для точного земледелия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.agrophys.ru/ru/rffi-19-29-05184 (дата обращения: 01.04.2021).
3. Сельское хозяйство и беспилотники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://robotrends.ru/robopedia/selskoe-hozyaystvo-i-bespilotniki (дата обращения: 01.04.2021).
4. Сельскохозяйственные беспилотники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.geomir.ru/catalog/bpla/ (дата обращения: 01.04.2021).
5. Чернышева Р.И. Цифровизация сельского хозяйства / Р.И. Чернышева, Н.Н. Чернышев, Т.В. Ниженец // Промышленность и сельское хозяйство. – 2018. – № 5. – С. 5-15.

УДК 631.363

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПЕРЕОСНАЩЕНИЕ ОТРАСЛИ СВИНОВОДСТВА В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ (ЧАСТЬ 2)

Барановская Ирина Николаевна,
Донбасская аграрная академия, г. Макеевка

E–mail: inb09031961@gmail.com

***Аннотация**. В настоящей статье рассматривается проблема производства полноценных специализированных комбикормов, применение которых полностью обеспечит потребности животных и птиц в питательных, минеральных и биологически активных веществах. Это позволит повысить продуктивность животных, сократить сроки их откорма и расход кормов.*

***Annotation.** This article discusses the problem of the production of full-fledged specialized compound feeds, the use of which will fully meet the needs of animals and birds in nutrients, minerals and biologically active substances. This will increase the productivity of animals, reduce the time of their fattening and feed consumption.*

***Ключевые слова:** кормопроизводство, технологическое переоснащение, откормочные комплексы, комбинированный тип кормления, линия приготовления и раздачи корма, полноценные комбикорма.*

***Key words:** feed production, technological re–equipment, feedlots, combined type of feeding, feed preparation and distribution line, full–fledged compound feeds.*

Процесс кормоприготовления заключается в выполнении технологических мероприятий, направленных на обрабатываемое кормовое сырье с целью придания ему новых свойств, в отношении конкретных видов кормов многолетним опытом, а также научными исследованиями определены рациональные технологические мероприятия. При выборе технологии кормоприготовления и соответствующего варианта кормоприготовительного объекта целесообразно придерживаться такой рекомендации.

Готовят полнорационные кормовые смеси из разных компонентов без их термической, химической или биологической обработки. В таком цехе кормовые компоненты перед кормлением только очищают, измельчают и смешивают. Это самая простая технология кормоприготовления, которая рекомендуется для тех хозяйств, где корма доброкачественные и не требуют специальной обработки. Кормление свиней буду осуществлять с помощью комбикормов. Как показывает передовая практика и научные исследования, переработка зерна на полноценные комбикорма повышает эффективность его использования на 25-30%. Одна тонна полноценных специализированных комбикормов, по сравнению с одной тонной обычных концентратов, обеспечивает дополнительное производство 30-40 кг. мяса. При этом повышается продуктивность животных, сокращаются сроки их откорма и расход кормов. В настоящее время в нашей республике большое

количество фуражного зерна скармливается животными просто в измельченном состоянии, а не в виде сбалансированных комбикормов, хотя для их производства есть все возможности. Комбикорм – это сложная однородная смесь очищенных и измельченных до необходимой крупности различных кормовых средств и микродобавок, производимая по научно обоснованным рецептам и обеспечивающая полноценное кормление животных и птицы. По назначению и составу комбикорма делятся на полнорациональные, концентраты, балансирующие добавки и премиксы. Полнорациональный комбикорм полностью обеспечивает потребности животных и птиц в питательных, минеральных и биологически активных веществах [1; 2].

Концентрат – это комбикорм с повышенным содержанием протеина, минеральных веществ и добавок. Скармливается с зерновыми, сочными или грубыми кормами для обеспечения биологически полноценного кормления животных. Балансирующие добавки бывают белковые, белково – витаминные, белково-витаминно-минеральные. Это однородная смесь измельченных до требуемой крупности высокобелковых кормовых средств и микродобавок, используемых для изготовления комбикормов в условиях предприятий. Рецепты добавок разрабатывают и используют по содержанию питательных веществ в основных кормах. Премикс – однородная смесь измельченных до необходимой крупности микродобавок и наполнителя, которую используют для обогащения комбикормов и производства белково-витаминных добавок. Комбикорма производят в россыпном, гранулированном и брикетированном виде. Основными составляющими комбикорма являются: фуражное зерно злаковых и бобовых культур; кормовые отходы элеваторов, мукомольно–крупяных и пищевых предприятий; грубые корма травяная мука; кормовые дрожжи; продукты отхода маслоэкстракционного, крахмалопаточного, бродильного, сахарного и гидролизного производства; корма животного происхождения; минеральное сырье; продукты химической и микробиологической индустрии. Всего сырьевая база комбикормовой промышленности насчитывает более двух тысяч кормовых средств, из которых более 80% производится непосредственно в сельском хозяйстве [3].

Рецептура комбикормов разрабатывается отраслевыми научно-исследовательскими учреждениями на основе обобщения многолетнего научно-хозяйственного опыта кормления сельскохозяйственных животных, а также с учетом природно-климатических особенностей разных регионов страны. Рецепты представляют собой письменное указание на изготовление комбикормов, им присваивают номера по видам животных и птицы.

Нумеруют рецепты двумя числами, из которых первое означает вид и группу животных, второе – порядковый номер рецепта для данной производственной группы животных и птицы. Оба числа ставят рядом через тире. Между знаком № и числом (или после числа) ставят буквенные знаки: ПК – полно рациональный комбикорм; К – комбикорм концентрат; БВД (БВМД) – белково-витаминные (минеральные) добавки; ЗМЦ – заменитель цельного (целостного) молока; П-премиксы.

Рецепты комбикормов и кормовых смесей, удовлетворяющих требованиям местных потребителей и поставщиков сырья, в каждой зоне могут быть свои.

Требования к качеству комбикормов для разных видов и групп животных и птиц регламентируют соответствующими стандартами. Гранулирование комбикормов увеличивает их объемную массу, снижает саму сортировку и распыление продукта. В гранулах лучше сохраняются витамины, микроэлементы, антибиотики, что способствует лучшему их усвоению организмом животных и птицы, а в результате – повышению их продуктивности. Гранулированные комбикорма производят для всех видов животных, птиц, рыб. Производят гранулы цилиндрической формы диаметром 4,7; 7,7; 9,7; 12,7 и 19 мм. Для гранулирования применяют установки типа ДГ, Б6-ДГВ и т.п. В состав установок входят гранулятор, охлаждающая колонка, измельчитель, сепаратор.

Комбикорма гранулируют сухим и влажным способами. Наиболее распространено сухое гранулирование, при котором россыпной комбикорм обрабатывают сухим паром при температуре 130-140°С, подаваемом в смеситель под давлением 0,35-0,40 МПа. Нагретый до 50-70°С и увлажненный до 15-18% комбикорм поступает в камеру прессования, где прессовочными роликами продавливается через рабочие каналы матрицы, на выходе из которых гранулы отрезаются неподвижным ножом. После пресса гранулы имеют температуру 70-80°С. Потоком воздуха они устремляются в охлаждающую колонку, на выходе из которой их температура должна быть не более чем на 10°С выше температуры окружающей среды, при влажном гранулировании комбикорм увлажняется до 30 -35% водой при температуре 70-80°С, после чего гранулы обязательно подсушиваются, в результате чего дорожает их производство. Охлажденные гранулы пропускают через сепараторы для отделения мелких мучнистых частиц и подают на склад готовой продукции. Вместо пара и воды можно использовать при гранулировании комбикормов также жидкие вяжущие вещества – мелассу, гидрол и т.п. Наиболее выгодным является производство крупных гранул диаметром 9,7-19 мм. При изготовлении гранул меньших размеров значительно снижается производительность прессов и увеличиваются расход электроэнергии [4].

Таблица 1

Состав корма для кормления свиней в хозяйстве

Наименование составных частей комбикорма	Процентное отношение %	Количество на 100 кг (кг)
Пшеница	35	35
Кукуруза	35	35
Ячмень	20	20
БВВД	10	10
Всего	100	100

Для откорма свиней в хозяйствах целесообразно использовать полнорационные комбикорма, которые перспективно производить на территории хозяйства.

Исходя из особенности фермерского хозяйства, рекомендуется такая структура поголовья свиней на откорме, которая даёт возможность хозяйству получить прибыль в течение года.

Таблица 2

Структура поголовья свиней на откорме

Поголовье	Процентное отношение, %	Количество животных, голов
Свиньи весом 25-50 кг	50	500
Свиньи весом 50-115 кг и более	50	500

Корм, потребляемый свиньями на откорме, начиная с 25 кг веса и до убоя, составляет 90% употребляемого корма во всем производственном цикле. Поэтому очень важное значение для уменьшения затрат откорма имеет высокий показатель использования корма. Кормление свиней одним полнорационным комбикормом позволяет получить максимальный среднесуточный прирост за период откорма 650-850 г. Для достижения таких показателей необходимо, чтобы свиньи имели свободный доступ к кормушкам и там постоянно находился корм. Согласно весовой группе, на каждое животное необходимо иметь определенное количество корма.

Таблица 3

Рацион кормления свиней комбикормом

Поголовье	Вес свиней, кг	Количество свиней, гол	Норма на одну, кг	На все поголовье, кг
Свиньи	25-50	500	4.2	2100
Свиньи	50-115	500	5,5	2750

Переход к рыночным условиям хозяйствования в сельскохозяйственном производстве вообще, в том числе и в такой отрасли, как животноводство, требует не только увеличения объема, но и снижения себестоимости производимой продукции при качестве, которое могло бы соответствовать общегосударственным и мировым стандартам. Основными условиями обеспечения развития отрасли, наряду с укреплением кормовой базы, является выполнение технологических процессов с использованием современных высокопроизводительных, надежных и легкообслуживаемых средств механизации и автоматизации технологических процессов.

Основой эффективного развития животноводства является полноценное кормление животных, которое обеспечивается производством достаточного количества кормов, снижением потерь их питательности во время заготовки, хранения, а также правильной подготовкой кормов к скармливанию. Процесс кормоприготовления предполагает ряд технологических мероприятий разного направления. Выбор технологии кормоприготовления определяется

существующими кормовыми компонентами и их качеством, видом и возрастом животных, принятым (заданным) типом кормления. При этом технология кормоприготовления в широком смысле этого определения – это структура и последовательность способов и мер обработки кормового сырья, цель которых получить готовые к скармливанию корма.

Применительно к конкретным видам кормов многолетним опытом определены рациональные технологические мероприятия. Некоторые из них обязательны для большинства видов кормового сырья. Это – очищение и измельчение. Кроме того, для реализации наиболее целесообразной технологии кормления животных обязательны операции дозирования и смешивания.

Состояние здоровья и продуктивность животных зависит, не только от качества, но и в значительной степени от своевременности получения ими кормов. Комплекс работ, связанных с раздачей кормов животным включает: загрузку их в транспортные средства – доставку кормов к местам скармливания – перегрузку в средства раздачи – дозированную выдачу в кормушки – очищение кормушек.



Рис. 1 Технологическая схема приготовления и раздачи корма в хозяйстве

Процесс кормоприготовления заключается в выполнении технологических операций, направленных на придание обрабатываемому сырью новых свойств в результате операций, производимых технологическим оборудованием. Линии

приготовления и раздачи корма должны быть оснащены помимо технологического оборудования и вспомогательным оборудованием, которое обеспечивает поточность и непрерывность, устраняет ручной труд в процессе кормоприготовления.

Таблица 4

Техническая характеристика комбикормовой установки «КУ– 1»

Наименование показателей	Показатели
Производительность, т/час	1
Потребляемая мощность, кВт	7,5
Длина	2350
Ширина	1100
Высота	1600
Равномерность смешивания, %	85
Обслуживающий персонал, чел.	1
Масса оборудования, кг	440

Для перевозки кормов от комбикормовой установки до свинарника используем тракторный полуприцеп самосвальный НТС-5А, который оборудован специальным загрузочным устройством.

Таблица 5

Техническая характеристика специального самосвального тракторного полуприцепа НТС-5А

Наименование показателей	Показатели
Емкость, м3	7
Грузоподъемность, т	5
Угол подъема кузова	50

Транспортировка корма от комбикормовой установки к бункеру –Питатель ТБО275–2 осуществляется с помощью трактора ЮМЗ-8040.2М.

Таблица 6

Техническая характеристика трактора ЮМЗ-8040.2М

Наименование показателей	Показатели
Класс	1,4
Расчетная скорость, км/ч	1,52–33,08
Марка двигателя	Д–243
Мощность двигателя, л.с.	81
Удельный эффективный расход топлива, г/е*кВт*ч	235
Конструктивная масса, кг	3370
Тяговое усилие, кН	1,4–3
Габаритные размеры, мм	1884*3990*2750

Корм для кормления свиней загружаем в бункер – питатель «ТБ0275-2»

Таблица 7

Техническая характеристика бункера – питателя «ТБ0275-2»

Наименование показателей	Показатели
Емкость бункера, м3	20
Диаметр, мм	2750
Высота, мм	5310
Высота, мм	440
Масса, кг	900

Корм от бункера – питателя с помощью транспортной спирали «Модель-1» поступает в накопительные бункеры кормушек, количество корма в бункере составляет суточную выдачу согласно рациону.

Таблица 8

Техническая характеристика транспортной спирали «Модель – 1»

Наименование показателей	Показатели
Максимальная длина системы, м	60
Максимальная длина системы, м	70
Производительность, кг/ч.	600
Мощность привода, кВт	0,55

Таблица 9

Техническая характеристика кормушки «ТУБОМАТ – ТОР»

Наименование показателей	Показатели
Емкость, л.	100
Обслуживание, голов	30–50
Весовая категория, кг	7–110

Выводы. Оптимальный вариант на сегодняшний день – это кормление свиней концентрированными кормами или комбикормами. Так как значительная часть зерна в хозяйствах скармливается в виде несбалансированного корма, это снижает эффективность его использования и приводит к нерациональному расходу зерна. Поэтому большое внимание следует уделять качеству кормов и строительству новых собственных мини– комбикормовых цехов, технологическая линия которых позволяет полностью отказаться от ручного труда, постоянно поддерживать помещение в удовлетворительном состоянии, полностью механизировать технологический процесс. При таком способе

содержания свиней уменьшается количество обслуживающего персонала, уменьшаются затраты на приготовление корма и кормление. Так, как значительная часть зерна в хозяйствах скармливается в виде несбалансированного корма, это снижает эффективность его использования и приводит к нерациональному расходу зерна. Поэтому большое внимание уделяют качеству кормов и использованию новых собственных мини–комбикормовых цехов. Предлагаемая нами технологическая линия состоит из: комбикормового агрегата «КУ–1» – он прост по строению, легко переходит на производство разных комбикормов для разных групп животных, не требует больших затрат на монтаж и установку оборудования, можно использовать как в специально оборудованных помещениях так можно обойтись и без них. Трактор ЮМЗ-8040.2М является универсальной машиной, которая может использоваться в разных отраслях и на разных работах в течение года. Прицеп НТС-5А можно использовать для перевозки различных грузов и дополнительно он может оборудоваться загрузочным устройством с гидроприводом. Для накопления и хранения комбикорма использую бункер сухих кормов ТБО 275-2, он прост по строению и надежен в работе. Загрузочная спираль имеет простое устройство, надежное в работе и потребляет минимум электроэнергии во время работы. Кормушки «Тубомат – Тор» обеспечивают постоянное поступление комбикорма в кормушки, могут работать, как в ручном управлении, так и в автоматическом.

Технологическая линия позволяет полностью отказаться от ручного труда, постоянно поддерживать помещение в удовлетворительном состоянии, полностью механизировать технологический процесс. Этот способ содержания свиней уменьшает количество обслуживающего персонала, уменьшает затраты на приготовление корма и кормление. Внедрение в хозяйствах Донецкой Народной Республики данной технологической линии приготовления и раздачи корма позволит увеличить производство животноводства, повысить продуктивность и генетический потенциал животных.

Список использованных источников:

1. Васильев А.А. Диетология. Методические указания для лабораторных занятий по дисциплине «Кормопроизводство» / А.А., Василев, А.П. Коробов, Л.А. Сивохина, С.П. Москаленко, М.Ю. Кузнецов. – ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», Саратов, 2016. – 126 с.

2. Калюжный И.И. Клиническая гастроэнтерология животных / И. И. Калюжный. Н.Д. Баринов. В.И. Федкж и др.; Под ред. И.И. Калюжного. – Москва : КолосС, 2010. – 568 с.

3. Макарцев Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки «Зоотехния», «Ветеринария» / Н.Г. Макарцев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Калуга : Ноосфера, 2012. – 639 с.

4. Ревенко И.И. Механизация и автоматизация животноводства. Учебное пособие для вузов / И.И. Ревенко. – К.: Высшая школа, 2014. – 400 с.

УДК 551.5

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Медяник Наталья Сергеевна,
Донбасская аграрная академия, г. Макеевка

E-mail: natalia.medyanik@gmail.com

Аннотация. *В статье изложены основные проблемы сельскохозяйственного сектора, связанные с изменением климата. Описаны меры, принимаемые международными сообществами по стабилизации ситуации. Так же раскрыты основные принципы адаптационных технологий и необходимость их применения в современном сельскохозяйственном производстве.*

Abstract. *The article presents the main problems of the agricultural sector related to climate change. The measures taken by the international community to stabilize the situation are described. The basic principles of adaptation technologies and the need for their application in modern agricultural production are also disclosed.*

Ключевые слова: *климат, погода, сельское хозяйство, температура, воздух, растения, почва, посевы, адаптация, технологии, парниковые газы, засуха, вода.*

Key words: *climate, weather, agriculture, temperature, air, plants, soil, crops, adaptation, technologies, greenhouse gases, drought, water.*

Изменение климата за последнее десятилетие в большей степени можно считать шоком для населения всей планеты. Климатические зоны смещаются на север и запад, жара и засухи становятся все более катастрофичными, большинство экстремальных явлений погоды, какие раньше были редкостью, часто повторяются в неурочные сезоны и на несвойственных им территориях. Это связано с изменением климата, которое отражается на производстве сельскохозяйственных культур, состоянии лесов и водных объектов, животноводстве и рыбном хозяйстве. Возникает новая угроза с непредсказуемыми изменениями погоды, наводнений и других катастрофических последствий, что еще более усложняет задачу обеспечения населения земного шара достаточным количеством продовольствия [1].

Сельскохозяйственный сектор является одним из наиболее важных секторов экономики во многих развивающихся странах, обеспечивающий занятость населения и являющийся основным источником дохода для бедных слоев населения.

Проблема климатического кризиса является глобальной проблемой и для ее решения необходимы совместные усилия ученых и производителей. Уже существуют и внедряются технологии по адаптации сельского хозяйства к изменениям климата. Работы в этом направлении ведутся непрерывно. Они

включают, среди прочего, улучшение прогнозирования погоды, охрану и устойчивое использование водных ресурсов, капельное орошение, устойчивое использование почв, совершенствование ведения животноводческого хозяйства, модифицирование типов сельскохозяйственных культур и растений [2].

Практически все посевные площади в нашем регионе находятся в зоне рискованного земледелия и есть постоянный риск утраты урожая в засушливый год или утраты качества урожая в чрезмерно дождливый год. Фактор глобального изменения климата усиливает эти риски и следует учитывать этот фактор для принятия эффективных решений и практических способов для адаптации технологий к изменениям климата.

Изменение климата за последние 30 лет называют «антропогенным», потому что человечество на протяжении своего существования вмешивалось в природу и продолжает это делать – вырубает леса, осушает болота, безжалостно эксплуатирует пахотные земли, нарушая режим влажности и ветровой режим планеты. А также в больших объемах сжигает полезные ископаемые, что является главным источником выбросов парниковых газов.

Когда люди изменяют окружающую среду, меняется и климат. По некоторым прогнозам, дальнейшее безрассудное отношение к окружающей среде может привести к безвозвратным катастрофичным изменениям климата.

Главная характеристика изменения климата, основной ее параметр, – это изменение средней годовой температуры воздуха нижнего слоя атмосферы на высоте 1 метра над поверхностью Земли. По данным Гидрометслужбы, начиная с 1991 года, каждое следующее десятилетие было теплее предыдущего: 1991-2000 – на 0,5 ºC, 2001-2010 – на 1,2 ºC, 2011-2019 – на 1,7 ºC. Согласно Четвертому докладу по оценке МГЭИК (МГЭИК РГ II, 2007), температура поверхности земли, как ожидается, увеличится за следующее столетие от 2 до 5 градусов Цельсия (ºC), при условии если выбросы парниковых газов продолжат повышаться существующими темпами. Они постепенно будут нагревать планету, будет происходить множество цепных реакций в плане изменения характера распределения количества осадков, повышения уровней воды в морях и прочих непредсказуемых погодных явлений [2].

Начиная с конца XX столетия, когда изменения климата в следствии глобального потепления стали очевидными, политики всего мира начали договариваться про контроль за выбросами парниковых газов и уменьшение влияния на климат. В следствии этого начала формироваться международная климатическая политика, которая нашла свое отображение на национальном и локальном уровнях стран и регионов света.

26-я Конференция ООН по изменению климата прошла в Глазго в 2021 году, в ней приняли участие 200 стран мира [3].

На конференции были рассмотрены важнейшие вопросы глобального изменения климата и угроза этих изменений для всего человечества. Был принят ряд важнейших решений. Одно их них это сокращение, а в дальнейшем и полный отказ от сжигания полезных ископаемых.40 стран приняли на себя обязательства отказаться от использования угля в энергетике.

Другое важное решение о сохранении лесов и зеленых насаждений. Более 100 стран, в которых сосредоточено более 85% мировых зеленых запасов, согласились положить конец вырубке лесов к 2030 году.

Еще одно соглашение подписали 80 стран. Они договорились о сокращении выбросов метана на 30 %.

К сожалению, принятые меры недостаточно эффективны для стабилизации ситуации с повышением среднесуточной температуры и ее рост продолжится, вызывая необратимые последствия. Увеличение температуры воздуха усугубляет проблему нехватки воды на планете и как следствие обезвоживание и опустынивание значительных территорий. Перед аграриями еще в большей степени встаёт вопрос поиска водных резервов и возможности их использования при выращивании сельхоз культур.

Это еще раз подтверждает необходимость разрабатывать и внедрят новые технологии, адаптированные к изменениям климатических и погодных условий. Поскольку сельское хозяйство непосредственно страдает от изменения климата, адаптационные стратегии, технологии и методы становятся все более и более важными во всех отраслях сельхоз производства, обеспечивая их стабильность и развитие.

Адаптационные изменения технологий подразделяются на глобальные, в масштабах государства и локальные, зависящие от работы каждого фермера и агрария.

К глобальным изменениям можно отнести использование новых источников энергии (тепло и электроэнергия, полученные с помощью ветра, солнца, биологических источников или небольших гидроэлектростанций), внедрение сельскохозяйственных машин и техники с энергосберегающими механизмами. Адаптационная способность фермерских хозяйств связана и с изменениями в политике государства в целом, стоимостью энергоносителей и другими факторами.

К адаптационным изменениям в масштабах каждого фермерского хозяйства можно отнести ряд приемов. Рассмотрим их далее.

Так, после уборки основных сельскохозяйственных культур нельзя оставлять оголенный грунт, а необходимо засевать участки низкорослыми культурами для задержки биогенных элементов.

Обязательное выращивание многолетних трав как часть севооборота.

Уменьшение обработки и использование торфяных грунтов, так как при обработке болотистых почв освобождается большое количество парниковых газов.

Использование удобрений в оптимальные сроки и только в количестве, которое может быть усвоено растениями.

Правильное использование перегноя (хранение, использование на протяжении вегетационного периода, немедленная заделка после разброски на поле для снижения испарения и вымывания биогенов).

Исключение действия водной эрозии, путем высаживания противоэрозионных насаждений.

Выращивание бобовых сидератов (гороха, люцерны, кормовых бобов, люпина) как часть севооборота для увеличения содержания азота в почве и злаковых сидератов (овса, пшеницы, ржи, сорго), которые увеличивают количество биогенов на поле, угнетают сорную растительность, улучшают структуру почвы и ее рыхлость. За счет этого уменьшается потребность в минеральных удобрениях.

Выращивание почвопокровных культур (редьки, горчицы), которые очищают грунт от нематод, проволочников, патогенных микроорганизмов, обогащают землю комплексом полезных веществ и являются антагонистами злостному пырею. Они уменьшают эрозию почвы от сильных дождей и ливней, помогают лучше удерживать влагу в почве во время засухи.

Применение системы нулевой обработки почвы (No-Till) и других обновленных агропрактик.

Обеспечение диверсификации структуры посевов, что позволит не только улучшать отдачу грунта а и получать стабильную прибыль от выращивания таких культур как лен, рапс и подсолнечник.

Поддержание в надлежащем состоянии имеющиеся на территории агромелиоративные насаждения, а в случае их отсутствия – создание новых.

Уделение внимания многолетним насаждениям (плодовые сады, декоративно-лиственные питомники, посевы многолетних трав).

Повышение биологического разнообразия растений путем применения научно-обоснованного севооборота, сроков посева и сменой площадей, внедрением районированных перспективных сортов.

Использование технологии капельного орошения, которая обеспечивает эффективное использование воды при небольших ее запасах. Принцип капельного орошения – постоянное внесение определенного, рассчитанного количества воды в почву под сельскохозяйственные культуры. Система практически точно обеспечивает каждому растению требуемую ему влагу, позволяет значительно сократить потери воды и содействует ее устойчивому использованию. По сравнению с поверхностным орошением, обеспечивающим эффективность использования воды на уровне 60 % и дождевальными системами с эффективностью 75%, капельное орошение может обеспечивать эффективность использования воды на 90% [1].

Технология капельного орошения приобрела особую важность для фермеров, так как потребности в воде для орошения выросли, а имеющихся источников такой воды стало меньше. В частности, капельное орошение применяется в засушливых и полузасушливых зонах, а также в зонах неустойчивых стоков (или в зонах, где ресурсы подземных вод зависят от сезонных колебаний).

Еще одним способом решения проблемы нехватки воды является сбор дождевых осадков. Дождевые осадки могут служить источником самой чистой природной воды. Существуют веские обоснования в пользу сбора дождевого стока во время выпадения осадков, прежде чем огромные объемы дождевой воды будут потеряны в результате испарения, транспирации и поверхностного стока, и дренажа. Сбор и хранение дождевого стока для целей сельского хозяйства в засушливых и полузасушливых районах производят, как в малых, так и крупномасштабных конструкциях, включая лотки, емкости, резервуары, котлованы и дамбы [4].

Сельскохозяйственный сектор нуждается в точной, надежной и своевременной метеорологической и климатической информации для принятия ежедневных тактических решений и для осуществления долгосрочного планирования. Ориентировочные прогнозы климата играют важную роль в выборе сельхоз культур, сроках их посева и уборки.

Вышеперечисленные меры являются только частью общей программы адаптации сельского хозяйства к новым погодным условиям. В целом же процесс адаптации к изменениям климата подразумевает приспособление природных, социальных и экономических систем в ответ на фактические или ожидаемые климатические изменения, а также их последствия.

Список использованной литературы:

1. Новых А. Климат. Будущее сейчас. – К.: ЛОТОС, 2019. – 192 с.

2. Ступин Д.Ю. Влияние изменения климата на агроэкологические системы: учебное пособие / Д.Ю. Ступин. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 224 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/131035 (дата обращения: 02.01.2022).

3. Материалы 26-й Конференции по климату, КС-26, в Глазго 31 октября – 12 ноября 2021 г. – Режим доступа: ukcop26.org (дата обращения: 02.01.2022).

4. Влияние природно-климатических факторов на социально-. экономические и производственные системы: монография / В.Е. Ходаков, Н.А. Соколова, С.Г. Чёрный, Гринь Д.С. – 2012. – 354 с.

УДК 004.67

ВЕРИФИКАЦИЯ ПРИВЕДЕННЫХ МЕТОДОВ ВЫБОРА ТИПА КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ДАННЫХ НА РАЗРАБОТАННЫХ АЛГОРИТМАХ

Рогожина Екатерина Андреевна, Омский государственный технический университет, г. Омск, E-mail: katya02200117@gmail.com

Тверской Олег Юрьевич, Омский государственный технический университет, г. Омск, E-mail: otverskoj@gmail.com

Аннотация. *Актуальность работы обусловлена тем, что контрольные карты Шухарта выступают как основной инструмент статистического управления процессами, позволяющий избежать потерь в производственных процессах.*

Проблемой исследования является несвоевременное отслеживание производственной деятельности на предмет некачественного производства во избежание потерь заказов и клиентов.

Целью исследования является сравнение типов контрольных карт для альтернативных данных с целью верификации приведенных методов выбора с помощью разработанных алгоритмов. Методами исследования являются сравнительный анализ и эксперимент.

Результатами исследования являются верифицированные методы выбора типа контрольных карт для альтернативных данных с помощью реализованных алгоритмов вычисления контрольных карт Шухарта.

Abstract. *The relevance of the work is due to the fact that Shuhart control cards act as the main tool for statistical process management, which allows avoiding losses in production processes.*

The problem of the study is the untimely tracking of production activities for low-quality production in order to avoid the loss of orders and customers.

The aim of the study is to compare the types of control cards for alternative data in order to verify the above selection methods using the developed algorithms. The research methods are comparative analysis and experiment.

The results of the study are verified methods for selecting the type of control cards for alternative data using implemented algorithms for calculating Shuhart control cards.

Ключевые слова: *карты Шухарта, Java, статистика, альтернативные данные*

Key words: *Shewhart control charts, Java, statistics, alternative data*

Введение

В начале своего развития, концепция управления качеством помогла многим компаниям пересмотреть процесс производственной деятельности и избежать многомиллионных затрат, связанных с потерями заказов и клиентов в связи с некачественным производством.

Для этого были разработаны контрольные карты Шухарта, основанные на методах теории вероятностей и математической статистики, позволяющие поддерживать процесс в статистически устойчивом состоянии и тем самым предупреждать появление несоответствий.

В конечном итоге появилась новая концепция обеспечения качества, основанная на том, что качество должно создаваться контролем не результатов процесса, а самим процессом.

1. Контрольные карты Шухарта для альтернативных данных, способы выбора контрольных карт

Контрольная карта – это график, на который последовательно наносят значения статистического показателя, вычисляемого по выборочным данным. Данный график используют для анализа и управления процессом с целью оценки и снижения изменчивости статистического показателя.

Контрольные карты в сфере веб-приложений принято использовать для снижения количества задержек или сбоев системы. Каждая система обладает свойством изменчивости, и возможные сбои и задержки неизбежны, но причинами могут служить разные виды факторов.

Верхняя и нижняя контрольные границы устанавливают допустимую область собственной изменчивости, и нарушение границ этой области статистическим показателем является следствием действия особых причин и выхода процесса из управляемого состояния.

Контрольные карты для альтернативных данных применяются для обработки, например, количества сбоев веб-приложения за сутки, числа студентов, сдавших экзамен.

Далее рассмотрим виды карт и алгоритм выбора карты для альтернативных данных. Алгоритм расчета каждой карты рассмотрим совместно с реализацией в следующем разделе.

Для альтернативных данных существует 4 вида контрольных карт:

1) p-карты – карты доли несоответствующих единиц продукции,

2) np-карты – карты числа несоответствующих единиц продукции,

3) c-карты – карты суммарного числа несоответствий,

4) u-карты – карты числа несоответствий на единицу продукции.

Значения обозначений *p*, *np*, *c* и *u* следуют из названий контрольных карт.

Расчет параметров контрольных карт для альтернативных данных производится с использованием моделей распределения – биноминального и Пуассона.

На рисунке 1 представлена схема выбора типа контрольной карты для альтернативных данных.

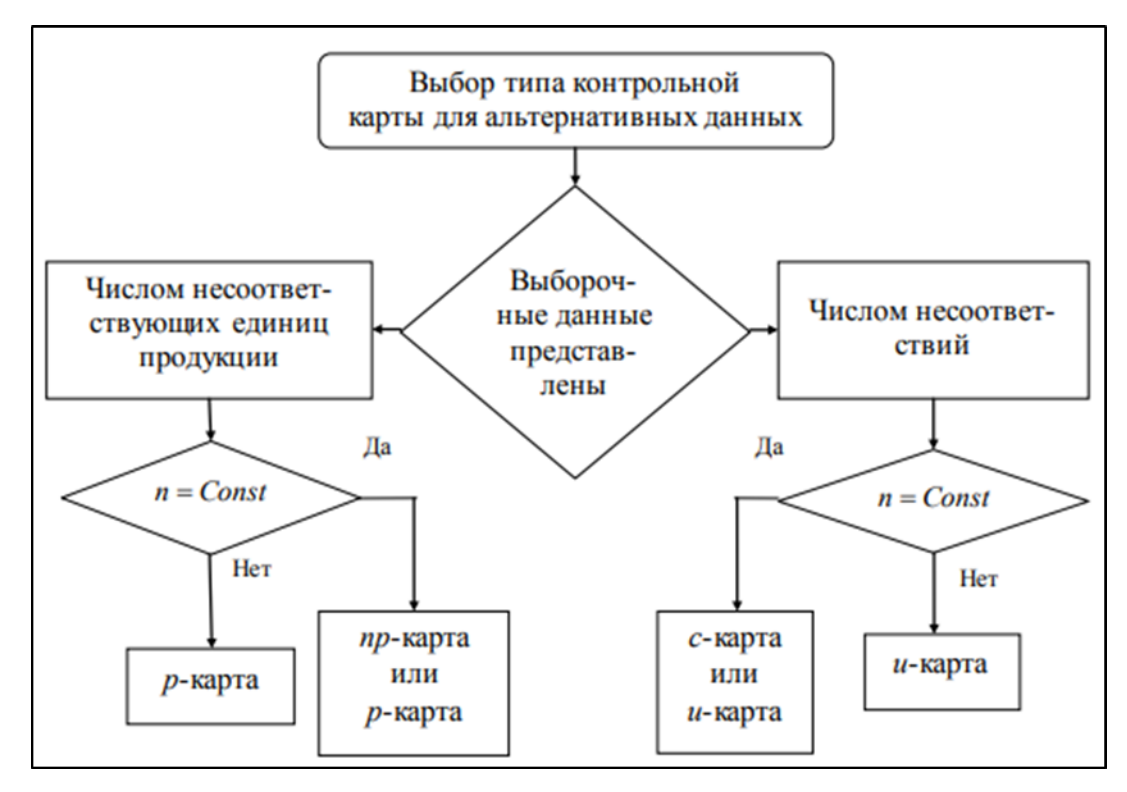


Рис. 1 Схема выбора типа контрольной карты для альтернативных данных

2 Реализация алгоритмов расчета карт Шухарта для альтернативных данных

Алгоритм расчета карт одинаков для всех альтернативных карт, но отличается расчетом центральной линии и стандартного отклонения. Поэтому ниже приведена общая реализация алгоритма для всех карт, а реализация расчета данных параметров для каждой карты будет приведена далее.

```
public void calculateBoards(AlternativeCardDo cardDo) {
   double centralLine = getCentralLine(cardDo);
   double standardDeviation = getStandardDeviation(cardDo, centralLine);
   cardDo.setLowerBound(centralLine - 3 * standardDeviation);
   cardDo.setUpperBound(centralLine + 3 * standardDeviation);
}
```

Карта доли несоответствующих единиц продукции.

Под понятием расчета контрольных карт подразумевается расчет нижней и верхней границ карт. Для их расчетов необходимо рассчитать центральную линию контрольной карты и стандартное отклонение.

Приведем формулы расчета нижней и верхней границы карты доли несоответствующих единиц продукции, в которой первым слагаемым является расчет центральной линии, вторым – расчет стандартного отклонения. Аналогично формулы будут представлены и для других контрольных карт.

$$UCL_p = \frac{\sum np}{\sum n} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$	(1)
$$LCL_p = \frac{\sum np}{\sum n} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$	(2)

Ниже приведена реализация расчета данной карты.

```
public void calculateBoards(AlternativeCardDo cardDo) {
        double centralLine = getCentralLine(cardDo);
        double standardDeviation = getStandardDeviation(cardDo, centralLine);
        cardDo.setLowerBound(centralLine - 3 * standardDeviation);
        cardDo.setUpperBound(centralLine + 3 * standardDeviation);
    }

protected double getStandardDeviation(AlternativeCardDo cardDo, double averageP) {
        return Math.sqrt(averageP * (1 - averageP) / getAverageN(cardDo));
    }

protected double getAverageP(AlternativeCardDo cardDo) {
        return (double) getSumNP(cardDo) / getSumN(cardDo);
    }

public boolean analyzeSample(AlternativeCardDo cardDo, Integer mismatch, Integer
sampleSize) {
        int np = mismatch;
        double p = (double) np / sampleSize;
        return p > cardDo.getUpperBound() || p < cardDo.getLowerBound();
    }
```

С точки зрения построения карта числа несоответствующих единиц продукции проще, но ее данные абсолютны и привязаны к объему выборки. Алгоритм расчета контрольных границ карты числа несоответствующих единиц продукции представлен ниже.

$$UCL_{np} = \frac{\sum np}{k} + 3\sqrt{\bar{n}\bar{p}(1-\bar{p})}$$	(3)
$$LCL_{np} = \frac{\sum np}{k} - 3\sqrt{\bar{n}\bar{p}(1-\bar{p})}$$	(4)

```
public void calculateBoards(AlternativeCardDo cardDo) {
        double centralLine = getCentralLine(cardDo);
        double standardDeviation = getStandardDeviation(cardDo, centralLine);
```

```
        cardDo.setLowerBound(centralLine - 3 * standardDeviation);
        cardDo.setUpperBound(centralLine + 3 * standardDeviation);
    }

protected double getStandardDeviation(AlternativeCardDo cardDo, double averageNP) {
        double averageP = getAverageP(cardDo);
        return Math.sqrt(averageNP * (1 - averageP) / getAverageN(cardDo));
    }

    protected double getCentralLine(AlternativeCardDo cardDo) {
        return getAverageNP(cardDo);
    }

protected double getAverageNP(AlternativeCardDo cardDo) {
        return (double) getSumNP(cardDo) / getK(cardDo);
    }

public boolean analyzeSample(AlternativeCardDo cardDo, Integer mismatch, Integer
sampleSize) {
        int np = mismatch;
        return np > cardDo.getUpperBound() || np < cardDo.getLowerBound();
    }
```

Карта суммарного числа несоответствий похожа на карту числа несоответствующих единиц продукции, и по смыслу, и по вычислению параметров, так как значения в данных картах сводятся в итоге к сумме несоответствий.

Алгоритм и реализация расчета контрольных границ карты суммарного числа несоответствий представлены ниже.

$UCL_c = \frac{\sum c}{k} + 3\sqrt{\frac{\sum c}{k}}$	(5)
$LCL_c = \frac{\sum c}{k} - 3\sqrt{\frac{\sum c}{k}}$	(6)

```
public void calculateBoards(AlternativeCardDo cardDo) {
        double centralLine = getCentralLine(cardDo);
        double standardDeviation = getStandardDeviation(cardDo, centralLine);
        cardDo.setLowerBound(centralLine - 3 * standardDeviation);
        cardDo.setUpperBound(centralLine + 3 * standardDeviation);
    }

protected double getStandardDeviation(AlternativeCardDo cardDo, double averageC) {
        return Math.sqrt(averageC);
    }

    protected double getCentralLine(AlternativeCardDo cardDo) {
        return getAverageNP(cardDo);
    }
```

```
    public boolean analyzeSample(AlternativeCardDo cardDo, Integer mismatch, Integer
sampleSize) {
        int c = mismatch;
        return c > cardDo.getUpperBound() || c < cardDo.getLowerBound();
    }
```

Алгоритм расчета параметров карты числа несоответствий на единицу продукции схож с алгоритмом расчета параметров карты доли несоответствующих единиц продукции, так как значения в данных картах сводятся к отношению несоответствий к общему числу значений в выборке.

Алгоритм и реализация расчета контрольных границ карты числа несоответствий на единицу продукции приведены ниже.

$UCL_u = \frac{\sum c}{\sum n} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	(7)
$LCL_u = \frac{\sum c}{\sum n} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	(8)

```
public void calculateBoards(AlternativeCardDo cardDo) {
        double centralLine = getCentralLine(cardDo);
        double standardDeviation = getStandardDeviation(cardDo, centralLine);
        cardDo.setLowerBound(centralLine - 3 * standardDeviation);
        cardDo.setUpperBound(centralLine + 3 * standardDeviation);
    }

protected double getStandardDeviation(AlternativeCardDo cardDo, double averageU) {
        return Math.sqrt(averageU / getAverageN(cardDo));
    }

    protected double getCentralLine(AlternativeCardDo cardDo) {
        return getAverageP(cardDo);
    }

    public boolean analyzeSample(AlternativeCardDo cardDo, Integer mismatch, Integer
sampleSize) {
        int c = mismatch;
        double u = (double) c / sampleSize;
        return u > cardDo.getUpperBound() || u < cardDo.getLowerBound();
    }
```

3. Верификация разработанных алгоритмов на тестовых наборах данных

Возьмем не менее распространенную реальную задачу из той же области – анализ отказоустойчивости веб-приложения. Входными значения – успешность ответа веб-приложения на запрос пользователей.

Так как поставляемые данные являются числом несоответствующих единиц продукции, то выбор используемой карты остается между *p*-карты и *np*-карты. Данный выбор так и останется за пользователем, так как размерность выборок в данных тестовых данных постоянна. Хотя все же рекомендуется в таких случаях использовать *p*-карту, так как данные np-карты абсолютны и привязаны к объему выборки. Проанализируем эффективность данных карт.

Запустим расчет контрольных границ карт доли несоответствующих единиц продукции и карты числа несоответствующих единиц продукции.

```
List<Integer> mismatch = Arrays.asList(2, 3, 2, 3, 1, 5, 3, 4, 3, 2, 5, 3);
List<Integer> sampleSizes = Arrays.asList(50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50, 50);
String idCard = cardManager.createCard("p-card"); cardManager.calculate(idCard,
        mismatch, sampleSizes);
String idCard = cardManager.createCard("np-card")
cardManager.calculate(idCard, mismatch, sampleSizes);
```

После расчета контрольных границ можем узнать вердикт наличия аномалии на следующие поставляемые выборки. Возьмем те же виды выборок, что и при верификации карт для количественных данных. И проанализируем эффективность ответов данных карт.

```
assertFalse(cardManager.analyze(idCard, 3, 50));
assertTrue(cardManager.analyze(idCard, 10, 50));
assertFalse(cardManager.analyze(idCard, 5, 50));
assertTrue(cardManager.analyze(idCard, 7, 50));
```

Построенные карты и отмеченные тестовые значения представлены на рисунках 2 и 3.

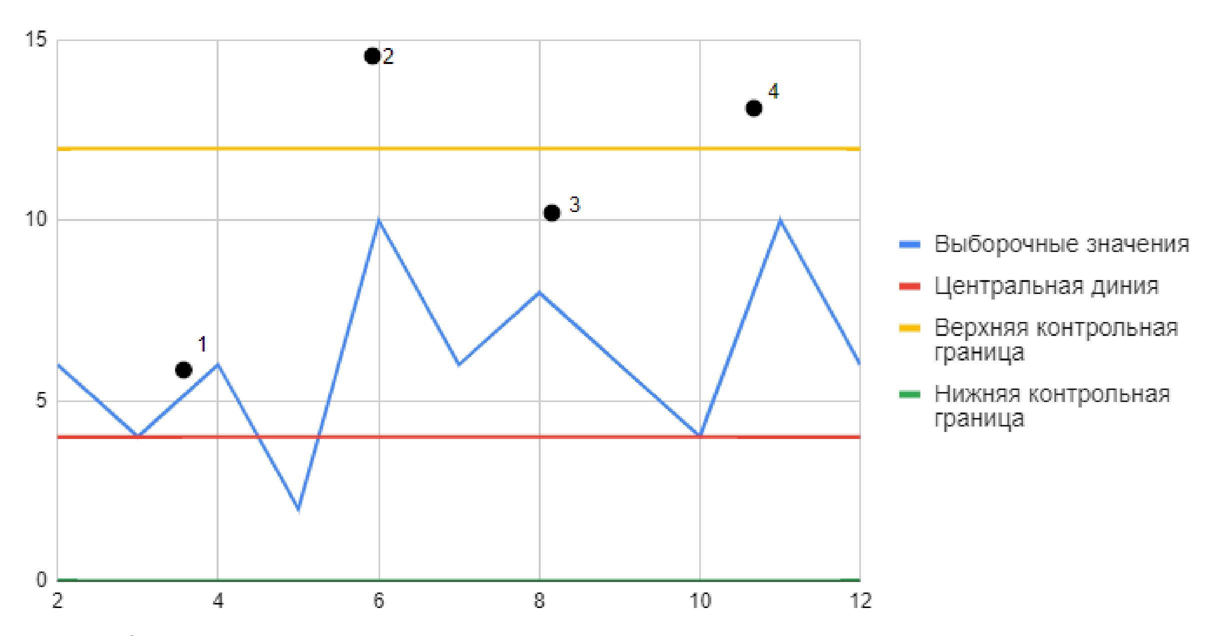


Рис. 2 Построенная карта доли несоответствующих единиц продукции

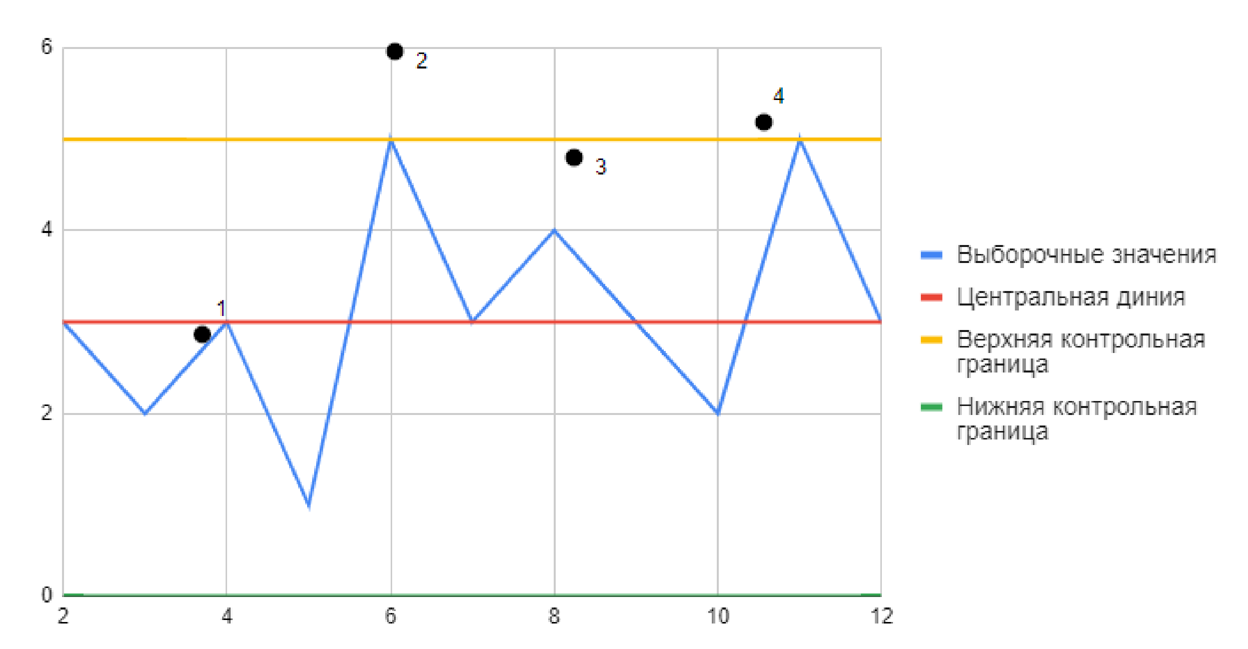


Рис. 3 Построенная карта числа несоответствующих единиц продукции

В итоге *p*-карта и *np*-карта выдали верные результаты и смогли корректно отличить для нашей задачи наличие и отсутствие аномалий. Но на графиках можно увидеть, что более уверенные результаты были у *p*-карта.

Чаще всего выбирать между картами для альтернативных данных не приходится, так как многое зависит от вида исследуемых данных, и существует конкретная инструкция по выбору карты, приведенная в первом разделе. Но если выбор все же остался за пользователем, то, как мы выяснили стоит выбирать карты, не привязанные к объему выборок.

Таким образом были проверены рекомендации по выбору типа контрольной карты, приведенные в первом разделе.

Заключение

Так, с помощью реализованных алгоритмов были верифицированы приведенные в первом разделе способы выбора типа контрольных карт исходя из размера выборок и чувствительности карты к отклонениям.

Список использованной литературы:

1. Солонин С.И. Метод контрольных карт. Учебное пособие / Солонин С.И. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. – 214 с.

2. Васильев Н.Л. Статистическое регулирование технологического процесса. Методические указания по применению контрольных карт Шухарта / Васильев Н.Л. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2011. – 27 с.

3. Звонарев С.В. Основы математического моделирования. Учебное пособие / Звонарев С.В. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2019. – 115 с.

4. Р 50.1.018-98. Обеспечение стабильности технологических процессов в системах качества по моделям стандартов ISO серии 9000. Контрольные карты Шухарта / Москва, 2006. – 20 с.

УДК 004.89

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ДЕСКРИПТОРНОЙ МОДЕЛИ ПРОФЕССИИ

Рогожина Екатерина Андреевна, Омский государственный технический университет, г. Омск, E-mail: katya02200117@gmail.com

Тверской Олег Юрьевич, Омский государственный технический университет, г. Омск, E-mail: otverskoj@gmail.com

Аннотация. *Актуальность работы обусловлена тем, что область веб разработки очень обширна и постоянно развивается, и используемые технологии постоянно меняются. Поэтому крайне важно сформировать правильный и актуальный учебный план, сделать это можно с помощью дескрипторной модели профессии.*

Проблемой исследования является несвоевременное отслеживание изменившихся реалий на рынке труда во избежание получения неактуального и некачественного образования.

Целью исследования является построение дескрипторной модели профессии для более эффективной организации образовательного процесса. Методами исследования являются сравнительный анализ и эксперимент.

Результатами исследования является реализованный алгоритм построения дескрипторной модели профессии, построена дескрипторная модель профессии Java Backend разработчик, которая наиболее полно описывает основные требования, предъявляемые к веб-разработчику, в данный момент.

Abstract. *The relevance of the work is due to the fact that the field of web development is very extensive and constantly evolving, and the technologies used are constantly changing. Therefore, it is extremely important to form a correct and up-to-date curriculum, this can be done with the help of a descriptor model of the profession.*

The problem of the study is the untimely tracking of the changed realities in the labor market in order to avoid getting an irrelevant and low-quality education.

The aim of the study is to build a descriptive model of the profession for a more effective organization of the educational process. The research methods are comparative analysis and experiment.

The results of the study are an implemented algorithm for constructing a descriptor model of the profession, a descriptor model of the Java Backend developer profession is built, which most fully describes the basic requirements for a web developer at the moment.

Ключевые слова: *дескрипторная модель, тематический профиль, профессия, python.*

Key words: *descriptor model, thematic profile, profession, python.*

Введение

Область веб-разработки очень обширна и постоянно развивается, и используемые технологии постоянно меняются, и оставаться на плаву в *IT* становится все сложнее. Поэтому крайне важно определить наиболее устойчивые ко времени и востребованные в работе навыки и знания, которые позволят сформировать хороший фундамент для карьерной лестницы и увеличат шансы пройти собеседование по данной профессии. Одним из популярных решений для формирования учебного плана является дескрипторная модель.

1. Сбор и предобработка данных

Для сбора информации об открытых вакансиях будем использовать сервис для поиска работы *HH.ru*. Данный сервис имеет официальный *WebApi*, посредством обращений к которому можно получить список информацию о вакансиях в формате *JSON*.

Фрагмент кода, отвечающего за загрузку вакансий.

```
def get_page_of_vacancies(page = 0):
    params = {
        'text': 'NAME:Backend',
        'page': page,
        'per_page': 100
    }
    req = requests.get('https://api.hh.ru/vacancies', params)
    req.close ()
    return json.loads(req.content.decode())

def get_ids_vacancies():
    vacancies = []
    for page in range(20):
        vacancies.extend(get_page_of_vacancies(page))

    print(vacancies)

    vacancies_ids = list(map(lambda x: x["id"], vacancies))
    return vacancies_ids
```

Получив объект вакансии из *API*, мы будем оставлять от него только значение поля *description* (описание вакансии). Будем осуществлять предобработку описания каждой вакансии, после чего составим список из предобработанных описаний всех вакансий.

Предобработка текстового документа заключается в последовательном выполнении следующих действий:

1) очистка текста от мусора (с применением регулярных выражений);
2) токенизация;
3) лемматизация;
4) удаление стоп-слов.

Ниже представлена очистка текста от мусора. Очистка осуществляется с применением регулярных выражений.

```
def remove_garbage(raw_text):
  text = re.sub(r"<[^>]*>", "", raw_text)
  text = re.sub(r"&quot;", "", text)
  return text
```

Фрагмент кода, отвечающий за токенизацию, представлен ниже. Токенизация производится с помощью *nltk.tokenize*.

```
from nltk.tokenize import word_tokenize

def tokenize(raw_text):
  tokens = word_tokenize(raw_text)
  return tokens
```

Лемматизация – процесс приведения словоформы к лемме, представлен ниже.

```
def to_base_form(raw_text):
  tokens = raw_text
  base_tokens = []
  morph = MorphAnalyzer()
  for token in tokens:
    base_tokens.append(morph.parse(token)[0].normal_form)
  return base_tokens
```

Также было проведено удаление стоп-слов, включая пунктуацию.

```
def remove_stop_words(raw_text):
    punctuation = "".join((chr(i) for i in range(sys.maxunicode) if unicodedata.category(chr(i)).startswith('P')))
    text = list(filter(lambda word: word not in stopwords.words('russian'), raw_text))
    text = list(filter(lambda word: word not in punctuation, text))
    return text
```

Теперь загрузим все вакансии (по *id* из списка) и предобработаем их описания. Сформируем корпус документов и сохраним его.

Фрагмент исходного кода, реализующий загрузку полной информации о вакансиях и предобработку описания каждой из них в многопоточном режиме, представлен ниже:

```
def get_prepared_all_vacancies_from_hh(vacancy_ids):
  executor = ThreadPoolExecutor(max_workers=16)
  future_list = []
  for id in vacancy_ids:
    try:
      future = executor.submit(get_prepared_vacancy_from_hh, id)
    except urllib.error.HTTPError as e:
      print(f'HTTPError {e.code}')
    except urllib.error.URLError as e:
      print(f'URLError {e.reason}')
    else:
      future_list.append(future)
  vacancies = []

  for f in future_list:
    try:
      future_result = f.result()
    except urllib.error.HTTPError as e:
      print(f'HTTPError {e.code}')
    except urllib.error.URLError as e:
```

```
          print(f'URLError {e.reason}')
        else:
          vacancies.append(future_result)
      for vacancy in vacancies:
        if len(saved_vacancies) >= 10000:
          break
        was_saved = False
        for s_v in saved_vacancies:
          if s_v[0]['id'] == vacancy[0]['id']:
            was_saved = True
        if was_saved == False:
          saved_vacancies.append(vacancy)
```

На рисунке 1 представлен сформированный корпус документов на основе вакансий – список предобработанных описаний вакансий.


```
[['студия', 'нордкод', 'это', 'разработчик', 'игровой', 'программный', 'продукт'], ['приглашать', 'команда', 'junior', 'java', 'developer', 'развитие', 'функционал', 'наш', 'backend', 'серви
[['компания-разработчик', 'программный', 'обеспечение', 'требоваться', 'старший', 'разработчик', 'java/kotlin'], ['чем', 'заниматься', 'финтех', 'торговый', 'платформа', 'терминал', 'платёж
[['наш', 'компания', 'текущий', 'момент', 'разрабатывать', 'крупный', 'it-проект', 'saas-решение', 'мобильный', 'приложение', 'сфера', 'автоматизация', 'управление', 'проект', 'социальный',
[['наш', 'компания', 'текущий', 'момент', 'разрабатывать', 'крупный', 'it-проект', 'saas-решение', 'мобильный', 'приложение', 'сфера', 'автоматизация', 'управление', 'проект', 'социальный',
[['dbeaver-', 'это', 'команда', 'эксперт', 'организация', 'работа', 'база', 'данные'], ['наш', 'продукт', 'известный', 'весь', 'мир', 'open-source', 'проект', 'область', 'база', 'данные'], [
[['inworld.ai', 'новый', 'стартап', 'основатель', 'api.ai', 'google', 'dialogflow', 'выходец', 'google'], ['мы', 'привлечь', 'инвестиция', 'ведущий', 'фонд', 'кремниевый', 'долина', 'kleiner
[['наш', 'компания', 'текущий', 'момент', 'разрабатывать', 'крупный', 'it-проект', 'saas-решение', 'мобильный', 'приложение', 'сфера', 'автоматизация', 'управление', 'проект', 'социальный',
[['мы', 'it', 'компания', 'jtsoft', 'jtsoft.ru', 'искать', 'наш', 'внешний', 'инновационный', 'проект', 'крупный', 'российский', 'банк', 'backend', 'java-разработчик', 'знание', 'spring', 'b
[['привет', 'компания', 'finch'], ['мы', 'запускать', 'развивать', 'высоконагруженный', 'проект', 'бренд', 'большой', 'аудитория'], ['среди', 'наш', 'клиент', 'газпром-медиа', 'столото', 'фк
[['\ufeffприглашать', 'команда', 'опытный', 'java', 'backend'], ['свой', 'разработка', 'сфера', 'igaming', 'sports', 'betting', 'работать', '100', 'дистанционно'], ['не', 'аутсорс'], ['задач
[['наш', 'компания', 'стандартпроект', 'являться', 'лидер', 'область', 'разработка', 'высокоинтеллектуальный', 'информационный', 'корпоративный', 'система', 'масштаб', 'big', 'data', 'россия
[['мы', 'создавать', 'банк', 'новый', 'поколение', 'revolut'], ['у', '16', 'млн', 'пользователь', 'европа', 'продолжать', 'расти', 'выходить', 'сша', 'азия', 'поэтому', 'искать', 'backend',
[['билайн', 'компания', 'изменение'], ['в', '2020', 'провести', 'масштабный', 'реструктуризация', 'определить', 'следующий', 'приоритет', 'телек', 'связь', 'основа', 'бизнес', 'который', 'пл
[['sdi', 'solution', 'специализироваться', 'область', 'разработка', 'внедрение', 'система', 'управление', 'корпоративный', 'нормативно-справочный', 'информация', 'mdm', 'система', 'автоматиз
[['\u200b\u200b\u200b\u200b\u200b\u200b', 'mission', 'user-friendly', 'hft', 'exchange', 'among', 'the', 'top', '3'], ['mission', 'description', 'story', 'clients', 'need', 'latoken', 'platf
[['dbeaver', 'это', 'команда', 'эксперт', 'организация', 'работа', 'база', 'данные'], ['наш', 'продукт', 'известный', 'весь', 'мир', 'open-source', 'проект', 'область', 'база', 'данные'], ['
[['обязательный', 'требование', 'кандидат', 'опыт', 'разработка', 'java', 'владение', 'английский', 'язык', 'объём', 'достаточный', 'понимание', 'технический', 'документация', 'пытливый', 'у
[['о', 'мы', 'компания', 'адвантум', '20', 'год', 'заниматься', 'разработка', 'программный', 'обеспечение'], ['больший', 'часть', 'наш', 'проект', 'высоконагруженный', 'система', 'мониторинг
[['требовать', 'опыт', 'работа', '3', 'год', 'компания', 'комплитех', 'который', 'разрабатывать', 'высокотехнологичный', 'программно-аппаратный', 'решение', 'различный', 'область', 'приглаша
[['мы', 'it', 'компания', 'jtsoft', 'искать', 'наш', 'внешний', 'инновационный', 'проект', 'крупный', 'российский', 'банк', 'backend', 'java-разработчик', 'знание', 'spring', 'boot'], ['треб
[['международный', 'холдинг', 'idf', 'eurasia', 'поиск', 'backend', 'java', 'developer'], ['мы', 'предлагать', 'работа', 'стабильный', 'разветвить', 'проект', 'россия', 'казахстан', 'возможн
[['funcorp', 'международный', 'компания', 'с', '2004', 'год', 'разрабатывать', 'развлекательный', 'технологичный', 'ugc-сервис', 'который', 'ежедневно', 'пользоваться', 'миллион', 'человек',
[['it-компания', 'крупный', 'россия', 'оператор', 'фискальный', 'данные', 'входящий', 'экосистема', 'сбер', 'резидент', 'сколково'], ['чем', 'предстоять', 'заниматься', 'развивать', 'существ
[['amzscout', 'международный', 'ит', 'компания', 'российский', 'корень', 'расти', '6', 'год'], ['мы', 'делать', 'несколько', 'собственный', 'онлайн', 'продукт', 'аналитик', 'продажа', 'amazo
[['международный', 'it-компания', 'искать', 'java', 'backend', 'разработчик', 'проект', 'крупный', 'ретейлер', 'москва', 'санкт-петербург'], ['что', 'ожидать', 'участие', 'крупный', 'междуна
[['itc', 'solutions', 'компания', 'основать', '2017', 'год', 'цель', 'развитие', 'крымский', 'сфера', 'информационный', 'технология'], ['за', 'время', 'работа', 'компания', 'численность', 'г
[['мы', 'активно', 'расширяться', 'искать', 'наш', 'команда', 'java', 'developer', 'back-end', 'удаленнный', 'работа'], ['вы', 'мы', 'подходить', 'владеть', 'большинство', 'перечисленный', '
[['мы', 'продуктовый', 'it', 'компания', 'scrile', 'молодой', 'опытный', 'команда'], ['работать', 'разработка', 'собственный', 'веб', 'мобильный', 'приложение', 'также', 'сотрудничать', 'ком
```


Рис. 1 Корпус документов на основе вакансий

2. Построение дескрипторных моделей

Для подготовки данных к кластеризации необходимо из корпуса данных сформировать мешок слов с помощью *TfidfVectorizer*. Ниже представлен код формирования мешка слов:

```
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
tfidf_vectorizer = TfidfVectorizer()
tfidf = tfidf_vectorizer.fit_transform(docs)
```

Далее производится кластеризация с использованием метода *KMeans*. Код представлен ниже:

```
from sklearn.cluster import KMeans
kmeans = KMeans(n_clusters=6, max_iter=800).fit(tfidf)
sorted_centroids = kmeans.cluster_centers_.argsort()[:,::-1]
terms = tfidf_vectorizer.get_feature_names_out()
```

Результат работы кластеризации представлен на рисунке 2.

```
T0: ['игровой', 'игра', 'работа', 'новый', 'мультиплеерных', 'учиться', 'поддержка', 'расширять', 'сотрудник', 'жкх']
T1: ['experience', 'development', 'work', 'team', 'knowledge', 'design', 'software', 'working', 'technologies', 'understanding']
T2: ['мобильный', 'ежедневный', 'приложение', 'полезный', 'человек', 'действительно', 'разработчик', 'разработка', 'жизнь', 'менеджер']
T3: ['тестирование', 'тестовый', 'опыт', 'работа', 'число', 'автоматизация', 'процесс', 'знание', 'тест', 'документация']
T4: ['работа', 'интернет', 'бренд', 'опыт', 'python', 'микросервисов', 'коллекция', 'система', 'специалист', 'рф']
T5: ['работа', 'опыт', 'разработка', 'знание', 'команда', 'наш', 'система', 'проект', 'spring', 'компания']
```

Рис. 2 Результат работы кластеризации

Далее представлен код построения модели с использованием *ARTM* с предварительным конвертированием данных с помощью библиотеки *BigARTM BatchVectorizer*.

```
batch_vectorizer          =          artm.BatchVectorizer(data_path='books_vowpal.txt', data_format='vowpal_wabbit', target_folder='batches', batch_size=100)
n_topics = 10
model_artm = artm.ARTM(
    num_topics=n_topics,
    topic_names=["Theme " + str(index) for index in range(n_topics)],
    dictionary = artm.Dictionary(data_path='batches')
    )
model_artm.scores.add(artm.TopTokensScore(name="top_words", num_tokens=10))
model_artm.fit_offline(
    batch_vectorizer=batch_vectorizer,
     num_collection_passes=40)
```

Результат работы модели по формированию списка тем представлен на рисунке 3.

```
Theme 0: [('метод', 0.066), ('класс', 0.054), ('объект', 0.052), ('состояние', 0.03), ('вызов', 0.017), ('листинг', 0.016), ('операция', 0.015), ('последовательность', 0.012), ('переменный', 0
Theme 1: [('public', 0.071), ('void', 0.032), ('new', 0.028), ('private', 0.027), ('class', 0.025), ('return', 0.021), ('bean', 0.018), ('final', 0.017), ('int', 0.014), ('throws', 0.013)]
Theme 2: [('сообщение', 0.041), ('данных', 0.035), ('ресурс', 0.016), ('информация', 0.013), ('клиент', 0.012), ('приложение', 0.012), ('база', 0.011), ('работа', 0.011), ('модель', 0.011), ('
Theme 3: [('замок', 0.036), ('мочь', 0.016), ('блокировка', 0.014), ('поток', 0.014), ('производительность', 0.012), ('import', 0.01), ('замковый', 0.009), ('память', 0.007), ('являться', 0.00
Theme 4: [('код', 0.02), ('это', 0.016), ('поддержка', 0.015), ('внедрение', 0.015), ('аспект', 0.014), ('возможность', 0.012), ('приложение', 0.011), ('aop', 0.009), ('использование', 0.009),
Theme 5: [('компонент', 0.092), ('служба', 0.028), ('spring', 0.023), ('интерфейс', 0.021), ('класс', 0.014), ('ejb', 0.014), ('это', 0.011), ('объект', 0.01), ('удалённый', 0.01), ('объявлени
Theme 6: [('создание', 0.03), ('транзакция', 0.026), ('веб', 0.024), ('управление', 0.017), ('обработка', 0.016), ('приложение', 0.016), ('точка', 0.014), ('служба', 0.013), ('конечный', 0.012
Theme 7: [('поток', 0.048), ('задача', 0.029), ('листинг', 0.022), ('мочь', 0.02), ('очередь', 0.017), ('время', 0.011), ('пул', 0.009), ('метод', 0.008), ('выполнение', 0.006), ('число', 0.00
Theme 8: [('свойство', 0.027), ('атрибут', 0.024), ('аннотация', 0.023), ('запрос', 0.022), ('значение', 0.022), ('метод', 0.019), ('имя', 0.016), ('тип', 0.015), ('элемент', 0.013), ('url', 0
Theme 9: [('spring', 0.11), ('глава', 0.036), ('фреймворк', 0.029), ('элемент', 0.027), ('xml', 0.019), ('язык', 0.018), ('файл', 0.018), ('java', 0.016), ('шаблон', 0.011), ('использование',
```

Рис. 3 Результат модели без регуляризатора

Для избавления от фоновой лексики можно использовать разреживающий регуляризатор для матрицы фи. Он будет подавлять слова, которые имеют большую частоту во всех коллекциях. Ниже представлен код работы модели с регуляризатором:

```
model_artm.regularizers.add(artm.SmoothSparsePhiRegularizer(name='SparsePhi', tau=-75))
model_artm.fit_offline(
    batch_vectorizer=batch_vectorizer,
    num_collection_passes=40)
```

Результат работы модели представлен на рисунке 4.

```
Theme 0: [('приложение', 0.192), ('использовать', 0.157), ('операция', 0.103), ('атрибут', 0.096), ('реализация', 0.091), ('файл', 0.086), ('показать', 0.082), ('вызов', 0.068), ('работа', 0.0
Theme 1: [('public', 0.372), ('аннотация', 0.248), ('void', 0.149), ('new', 0.127), ('ejb', 0.104)]
Theme 2: [('поток', 0.403), ('сообщение', 0.161), ('который', 0.098), ('ресурс', 0.091), ('каждый', 0.088), ('свой', 0.082), ('модель', 0.077)]
Theme 3: [('служба', 0.204), ('замок', 0.196), ('весь', 0.178), ('являться', 0.173), ('данных', 0.145), ('class', 0.063), ('import', 0.042)]
Theme 4: [('компонент', 0.363), ('класс', 0.299), ('помощь', 0.1), ('иметь', 0.096), ('время', 0.081), ('внедрение', 0.062)]
Theme 5: [('листинг', 0.284), ('имя', 0.15), ('доступ', 0.126), ('интерфейс', 0.125), ('исключение', 0.116), ('определение', 0.11), ('тип', 0.089)]
Theme 6: [('использование', 0.117), ('задача', 0.11), ('должный', 0.099), ('очередь', 0.066), ('случай', 0.065), ('создание', 0.063), ('веб', 0.06), ('выполнение', 0.056), ('новый', 0.052), ('
Theme 7: [('мочь', 0.334), ('это', 0.25), ('состояние', 0.155), ('код', 0.117), ('которые', 0.084), ('блокировка', 0.061)]
Theme 8: [('метод', 0.446), ('свойство', 0.16), ('значение', 0.145), ('запрос', 0.099), ('представление', 0.063), ('определять', 0.059), ('создавать', 0.028)]
Theme 9: [('spring', 0.333), ('объект', 0.198), ('элемент', 0.132), ('фреймворк', 0.082), ('глава', 0.078), ('java', 0.069), ('язык', 0.039), ('xml', 0.037), ('шаблон', 0.033)]
```

Рис. 4 Результат работы модели с регуляризатором

BERT, или *Bidirectional Encoder Representations from Transformers*, показывает лучшие результаты в решении многих *NLP*-задач: от ответов на вопросы до машинного перевода.

Для обучения был использован корпус документов на основе профессиональной литературы, полученный в ходе третьей недели. Ниже представлен код обучения модели на книгах:

```
from bertopic import BERTopic
topic_model = BERTopic(language="russian", verbose=True)
topics, probs = topic_model.fit_transform(data)
```

Результат обучения показан на рисунке 5.

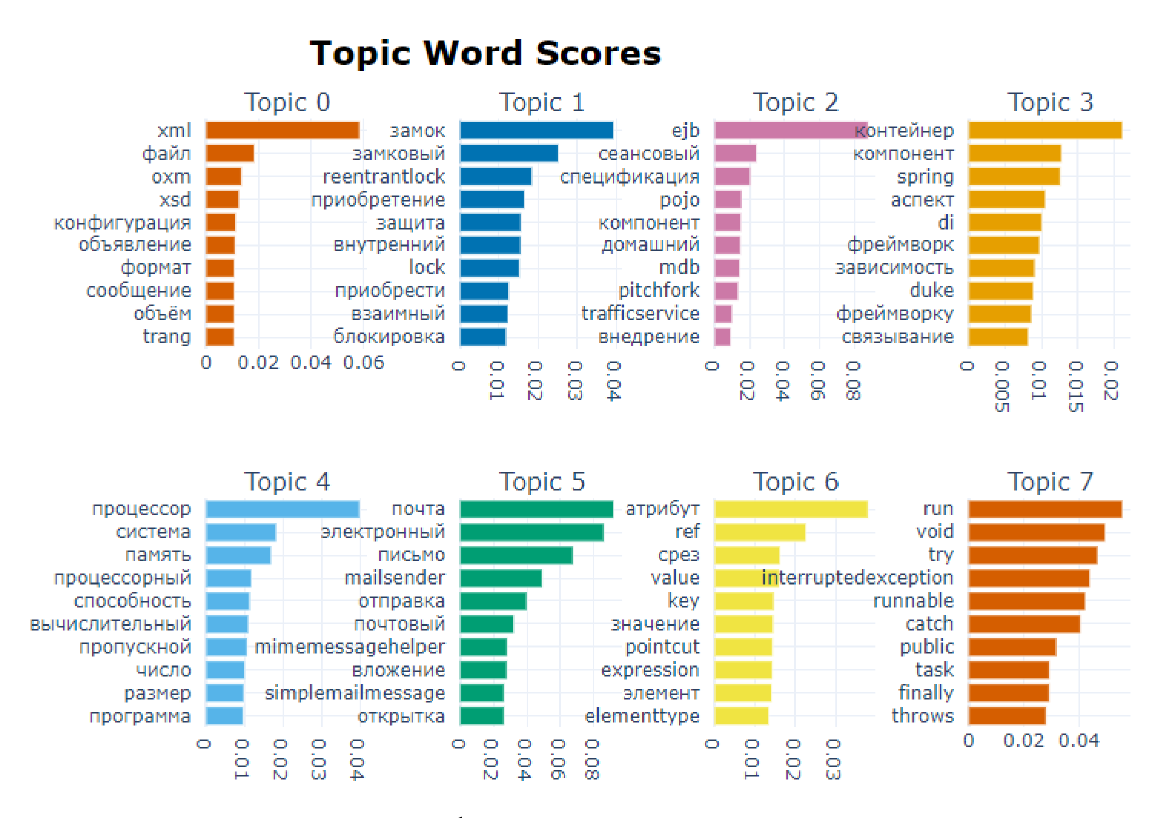


Рис. 5 Темы, сформированные на основе литературы

В соответствии с результатами работы моделей, показанными на рисунках выше, составим тематический профиль, представленный в таблице 1.

Таблица 1

Тематический профиль

№ Темы	Название темы	Определяющие термины
Т0	*Java Core*	доступ, аннотация, интерфейс, исключение, тип
Т1	Многопоточность	блокировка, очередь, поток
Т2	Тестирование	автоматизация, тест, документация
Т3	*Backend*	*spring*, фреймворк, *xml*, шаблон
Т4	*Soft-skills*	Учиться, поддержка, расширять, новый
Т5	Проектирование	*Development, work, design, software, understanding*

Заключение

Итоговая модель наиболее полно описывает основные требования, предъявляемые к веб-разработчику, в данный момент. Это позволит сформировать оптимальный план изучения технологий и получения навыков, что ускорит процесс профессионального роста и увеличит шансы пройти собеседование по данной профессии.

Список использованной литературы:

1. Гетц Б., Пайлерс Т. Java Concurrency на практике / Брайан Гетц, Тим Пайлерс: Санкт-Петербург, 2020. – 464 с.

2. Уоллс К. Spring / Крейг Уоллс: Санкт-Петербург, 2013. – 752 с.

3. Лафоре Р. Структуры данных и алгоритмы Java / Роберт Лафоре: Москва, 2013. – 704 с.

4. Вагапова М.Н., Канева О.Н., Шарун И.В. Разработка алгоритма формирования дескрипторной модели для учебной дисциплины. Омск, ОмГТУ.

УДК 004.67

СРАВНЕНИЕ ТИПОВ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ВЕРИФИКАЦИИ РАЗРАБОТАННЫХ АЛГОРИТМОВ

Рогожина Екатерина Андреевна, Омский государственный технический университет, г. Омск, E-mail: katya02200117@gmail.com

Тверской Олег Юрьевич, Омский государственный технический университет, г. Омск, E-mail: otverskoj@gmail.com

Аннотация. *Актуальность работы обусловлена тем, что контрольные карты Шухарта выступают как действенный инструмент современных моделей системы управления качеством в различных сферах и отраслях.*

Проблемой исследования является несвоевременное отслеживание производственной деятельности на предмет некачественного производства во избежание потерь заказов и клиентов.

Целью исследования является верификация приведенных методов выбора типа контрольных карт Шухарта для альтернативных данных на разработанных алгоритмах. Методами исследования являются сравнительный анализ и эксперимент.

Результатами исследования является реализованный алгоритм вычисления контрольных карт Шухарта для альтернативных данных, с помощью которых были верифицированы приведенные в первом разделе способы выбора типа контрольных карт исходя из размера выборок и чувствительности карты к отклонениям.

Abstract. *The relevance of the work is due to the fact that Shewhart control charts act as an effective tool of modern models of the quality management system in various fields and industries.*

The problem of the study is the untimely tracking of production activities for low-quality production in order to avoid the loss of orders and customers.

The aim of the study is to verify the above methods for selecting the type of Shewhart control charts for alternative data using the developed algorithms. The research methods are comparative analysis and experiment.

The results of the study are an implemented algorithm for calculating Shewhart control chart for alternative data, with the help of which the methods for selecting the type of control maps given in the first section were verified based on the sample size and the sensitivity of the map to deviations.

Ключевые слова: *карты Шухарта, Java, статистика, количественные данные.*

Key words: *Shewhart control charts, Java, statistics, quantitative data.*

Введение

Идея концепция управления качеством состоит из управления технологическими процессами с целью предупреждения появления

несоответствий. Для этого были разработаны контрольные карты Шухарта, основанные на методах теории вероятностей и математической статистики, позволяющие поддерживать процесс в статистически устойчивом состоянии и тем самым предупреждать появление несоответствий.

В конечном итоге появилась новая концепция обеспечения качества, основанная на том, что качество должно создаваться контролем не результатов процесса, а самим процессом.

1. Контрольные карты Шухарта для количественных данных, способы выбора контрольных карт

Контрольная карта – это график, на который последовательно наносят значения статистического показателя, вычисляемого по выборочным данным. Данный график используют для анализа и управления процессом с целью оценки и снижения изменчивости статистического показателя [1].

Целью использования контрольных карт является обнаружение изменчивости, вызываемую особыми причинами, учитывая собственную нормальную изменчивость процесса. Для обнаружения подобной изменчивости используются контрольные границы *UCL* (верхняя контрольная граница) и *LCL* (нижняя контрольная граница). Данные границы устанавливают допустимую область собственной изменчивости, и нарушение границ этой области статистическим показателем является следствием действия особых причин и выхода процесса из управляемого состояния.

Также контрольная карта Шухарта имеет центральную линию (*CL*), относительно которой строятся нижняя и верхняя границы. Они находятся на расстоянии 3σ вверх и вниз от центральной линии ($\pm 3\sigma$), где σ – стандартное отклонение случайных событий используемой статистической характеристикой в общей совокупности.

Контрольные карты для количественных данных применяются для обработки, например, времени ответа веб-приложения, размера детали.

Далее рассмотрим виды карт и алгоритм выбора карты для количественных данных. Алгоритм расчета каждой карты рассмотрим совместно с реализацией в следующем разделе.

Контрольные карты для количественных данных обычно применяют парами, первая используется для отслеживания разброса значений, вторая – для расположения центра группирования.

Характеристика разброса значений определяется или выборочным размахом R или выборочным стандартным отклонением S.

Характеристика расположения центра группирования может определяться выборочным средним $\bar{X}$, выборочной медианой *Me* или выборочной серединой размаха R_m.

Выбор карты для отслеживания разброса значений стоит делать исходя из размера выборок. Стоит выбрать:

– карту выборочных размахов, если в наличии выборки малого объема (3-7 значений);

– карту выборочных стандартных отклонений если в наличии выборки объема более 12 значений.

Выбор карты для расположения центра группирования стоит делать исходя из того, насколько чувствительной к отклонениям должна быть карта. Ниже перечислены карты в порядке увеличения их чувствительности к отклонениям:

– карта выборочных медиан,

– карта середин выборочных размахов,

– карта выборочных средних.

Классическим сочетанием контрольных карт для количественных данных являются сочетания: *R*-карта и $\bar{X}$-карта или *S*-карта и $\bar{X}$-карта. Менее популярными считаются сочетания: *Me*-карта и *R*-карта или R_m-карта и *R*-карта.

2. Реализация алгоритмов расчета карт Шухарта для количественных данных

Рассмотрим алгоритмы расчета одного из распространенных сочетаний карт – *R*-карта и $\bar{X}$-карта.

Расчет значения размаха и среднего значения в выборке приведен ниже.

$R = \max X_i - \min X_i$	(1)
$\bar{X} = (\sum_{1}^{n} X_i)/n$	(2)

```
protected double getAverageR(QuantityCardDo cardDo) {
        List<Double> scopes = cardDo.getSamples().stream()
                .map(sample -> Collections.max(sample) - Collections.min(sample))
                .collect(Collectors.toList());

        return getAverage(scopes);
}

protected double getAverage(List<Double> sample) {
        return sample.stream()
                .mapToDouble(value -> value)
                .average()
                .orElse(Double.NaN);
    }

protected List<Double> getAveragesX(QuantityCardDo cardDo) {
        return cardDo.getSamples().stream()
                .map(this::getAverage)
                .collect(Collectors.toList());
    }
```

Далее с помощью значения размаха и среднего значения в выборке посчитаем контрольные границы карты выборочных размахов и карты выборочных средних [2].

$UCL_R = D_4 (\sum_1^k R)/k$	(3)
$LCL_R = D_3 (\sum_1^k R)/k$	(4)
$UCL_{\overline{X}} = (\sum_1^k \overline{X})/k + A_2 (\sum R)/k$	(5)
$LCL_{\overline{X}} = (\sum_1^k \overline{X})/k - A_2 (\sum R)/k$	(6)

```
  protected double getAverageAverageX(QuantityCardDo cardDo) {
        List<Double> averagesX = getAveragesX(cardDo);
        return getAverage(averagesX);
    }

public void calculateBoards(QuantityCardDo cardDo) {
        double scopeCentralLine = getAverageR(cardDo);
        double centerCentralLine = getAverageAverageX(cardDo);

        cardDo.setScopeLowerBound(D3 * scopeCentralLine);
        cardDo.setScopeUpperBound(D4 * scopeCentralLine);

        cardDo.setCenterLowerBound(centerCentralLine - A2 * scopeCentralLine);
        cardDo.setCenterUpperBound(centerCentralLine + A2 * scopeCentralLine);
    }

public boolean analyzeSample(QuantityCardDo cardDo, List<Double> sample) {
        double averageX = getAverage(sample);
        double R = Collections.max(sample) - Collections.min(sample);
        return    averageX    >    cardDo.getCenterUpperBound()    ||    averageX    <
cardDo.getCenterLowerBound()
                || R > cardDo.getScopeUpperBound() || R < cardDo.getScopeLowerBound();
    }
```

Далее приведем алгоритмы расчета другого, не менее популярного, сочетания карт – S-карта и $\overline{X}$-карта [3]. Вычисление центральной линии $\overline{X}$-карта осталось тем же, однако расчет контрольных границ изменился, так как при их расчете мы используем значение центральной линии карты для оценки внутренней изменчивости процесса. Но для начала рассмотрим алгоритм расчета выборочного стандартного отклонения.

$S = \sqrt{(\sum_{1}^{n}(X_i - \overline{X})^2)/(n-1)}$	(7)

```
private double getAverageS(QuantityCardDo cardDo) {
        List<Double> averagesS = cardDo.getSamples().stream()
                .map(sample -> getVariance(sample))
                .collect(Collectors.toList());
        return averagesS.stream().mapToDouble(Double::doubleValue).sum() / getK(cardDo);
    }

private double getVariance(List<Double> sample) {
        double averageX = getAverage(sample);
        double numerator = sample.stream()
                .map(value -> Math.pow(value - averageX, 2))
                .mapToDouble(Double::doubleValue)
                .sum();
        return numerator / (sample.size() - 1);
    }
```

После этого, приведем изменившиеся фрагменты алгоритма расчета контрольных границ новых карт.

$UCL_S = B_4(\sum_{1}^{k} S)/k$	(8)
$LCL_S = B_3(\sum_{1}^{k} S)/k$	(9)
$UCL_{\overline{X}} = (\sum_{1}^{k} \overline{X})/k + A_3(\sum_{1}^{k} S)/k$	(10)
$LCL_{\overline{X}} = (\sum_{1}^{k} \overline{X})/k - A_3(\sum_{1}^{k} S)/k$	(11)

```
public void calculateBoards(QuantityCardDo cardDo) {
        double scopeCentralLine = getAverageS(cardDo);
        double centerCentralLine = getAverageAverageX(cardDo);

        cardDo.setScopeLowerBound(B3 * scopeCentralLine);
        cardDo.setScopeUpperBound(B4 * scopeCentralLine);

        cardDo.setCenterLowerBound(centerCentralLine - A3 * scopeCentralLine);
        cardDo.setCenterUpperBound(centerCentralLine + A3 * scopeCentralLine);
    }
```

```
protected double getAverageAverageX(QuantityCardDo cardDo) {
        List<Double> averagesX = getAveragesX(cardDo);
        return getAverage(averagesX);
    }

public boolean analyzeSample(QuantityCardDo cardDo, List<Double> sample) {
        double averageX = getAverage(sample);
        double S = getVariance(sample);
        return     averageX     >     cardDo.getCenterUpperBound()     ||     averageX     <
cardDo.getCenterLowerBound()
                || S > cardDo.getScopeUpperBound() || S < cardDo.getScopeLowerBound();
    }
```

Также было реализовано и менее популярное сочетание карт: карта выборочных медиан *Me*-карта и карта выборочных размахов *R*-карта. В некоторых случаях $\bar{X}$-карту заменяют *Me*-карта из-за простоты определения величины выборочной медианы или из-за меньшей чувствительности к изменениям процесса.

Выборочная медиана определяется без вычислений, значения в выборке располагают в порядке возрастания, и выбирают то значение, которое находится посередине, поэтому удобнее, когда объем выборки является значением нечетным. Если же объем выборки значение четное, то выборочная медиана определяется как среднее двух значений, расположенных в центре [4].

Приведем расчет контрольных границ карты выборочных медиан ниже. Расчет контрольных границ карты выборочных размахов остался тем же.

$UCL_{Me} = (\sum Me)/k + A_4 (\sum R)/k$	(12)
$LCL_{Me} = (\sum Me)/k - A_4 (\sum R)/k$	(13)

```
public void calculateBoards(QuantityCardDo cardDo) {
   double scopeCentralLine = getAverageR(cardDo);
   double centerCentralLine = getAverageMe(cardDo);

   cardDo.setScopeLowerBound(D# * scopeCentralLine);
   cardDo.setScopeUpperBound(D0 * scopeCentralLine);

   cardDo.setCenterLowerBound(centerCentralLine - A0 * scopeCentralLine);
   cardDo.setCenterUpperBound(centerCentralLine + A0 * scopeCentralLine);
}

private double getAverageMe(QuantityCardDo cardDo) {
   List<Double> medians = new ArrayList<>();
   for (List<Double> sample : cardDo.getSamples()) {
       Collections.sort(sample);
       int n = sample.size();
       double middle = n % 2 != 0
               ? sample.get(n / 2)
```

```
                : (sample.get(n / 2) + sample.get(n / 2 - 1)) / 2;
        medians.add(middle);
    }

    return medians.stream().mapToDouble(Double::doubleValue).sum() / getK(cardDo);
}

protected double getAverageR(QuantityCardDo cardDo) {
        List<Double> scopes = cardDo.getSamples().stream()
                .map(sample -> Collections.max(sample) - Collections.min(sample))
                .collect(Collectors.toList());

        return getAverage(scopes);
}
```

3. Верификация разработанных алгоритмов на тестовых наборах данных

Разработанные алгоритмы расчета карт Шухарта покрывает множество возможных требований к картам и исследуемых значений. Но для разных тестовых выборок могут по-разному себя показать те или иные карты.

Проанализируем эффективность различных типов карт на конкретных тестовых примерах.

Как пример, возьмем достаточно распространенную реальную задачу – анализ быстродействия веб-приложения. Входными значениями будут замеры времени ответа веб-приложения на запрос пользователей.

Так как при обработки запроса могут возникнуть непредвиденные проблемы с сетью или запросом к базе данных, то, чтобы не плодить ошибки первого рода, стоит использовать карту выборочных медиан. И карту выборочных размахов, так как размер выборки составляет 7 значений. Но для верификации разработанного алгоритма опробуем разные виды сочетаний карт для понимания их эффективности для решения данной задачи.

Запустим расчет контрольных границ сочетаний карт *R*-карта и $\bar{X}$ -карта, *S*-карта и $\bar{X}$ -карта, *Me*-карта и *R*-карта.

```
List<List<Double>> samples = new ArrayList<>();
samples.add(Arrays.asList(126.1, 154.4, 134.2, 147.0, 120.4, 178.8, 176.9));
samples.add(Arrays.asList(134.3, 145.1, 176.2, 123.8, 112.0, 134.5, 119.9));
samples.add(Arrays.asList(156.1, 173.1, 142.5, 103.2, 109.3, 148.2, 149.2));
samples.add(Arrays.asList(134.6, 165.2, 167.3, 126.0, 152.7, 111.4, 115.3));
samples.add(Arrays.asList(123.6, 124.2, 135.3, 128.0, 145.7, 161.4, 137.3));
samples.add(Arrays.asList(124.6, 161.2, 137.3, 124.0, 122.7, 123.4, 143.3));

String idCard = cardManager.createCard("me-r-card");
        cardManager.calculate(idCard, samples);
String idCard = cardManager.createCard("x-r-card");
        cardManager.calculate(idCard, samples);
String idCard = cardManager.createCard("x-s-card");
        cardManager.calculate(idCard, samples);
```

После расчета контрольных границ можем узнать вердикт наличия аномалии на следующие тестовых выборках. Возьмем несколько различных выборок:

– очевидное отсутствие аномалии,
– очевидное присутствие аномалии,
– не очевидное отсутствие аномалии,
– не очевидное присутствие аномалии.

И проанализируем эффективность ответов данных карт.

```
        assertFalse(cardManager.analyze(idCard,   Arrays.asList(126.1,   154.4,   134.2,
147.0, 110.4, 197.8, 176.9)));
        assertTrue(cardManager.analyze(idCard,   Arrays.asList(256.1,   240.45,   200.8,
178.3, 197.5, 172.8, 189.0)));
        assertFalse(cardManager.analyze(idCard,   Arrays.asList(200.1,   123.45,   140.8,
127.3, 133.5, 145.8, 124.0)));
        assertTrue(cardManager.analyze(idCard,   Arrays.asList(158.1,   152.45,   185.8,
167.3, 161.5, 154.8, 171.0)));
```

Построенные карты и отмеченные тестовые значения представлены на рисунках 1-4.

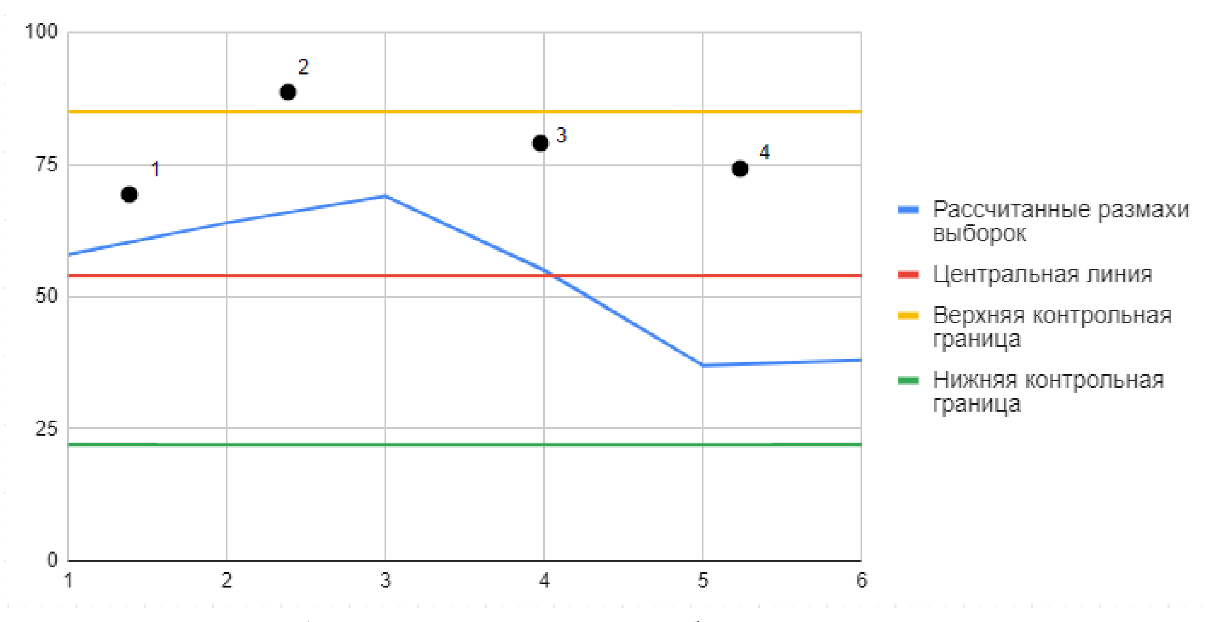


Рис. 1 Построенная карта выборочных размахов

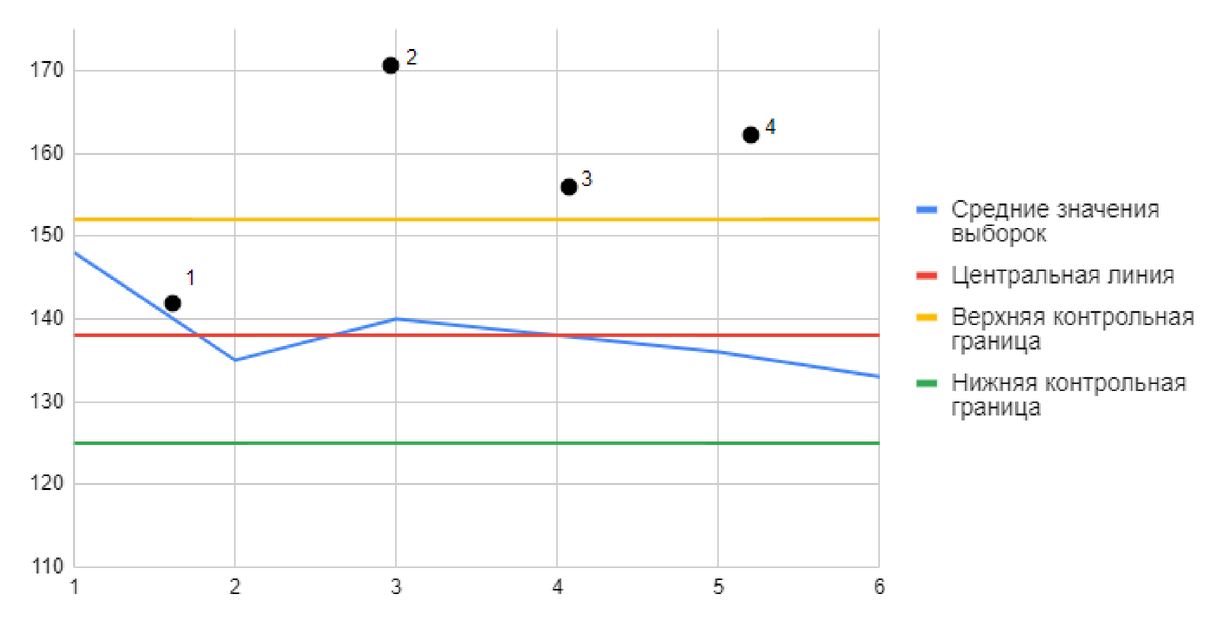


Рис. 2 Построенная карта выборочных средних

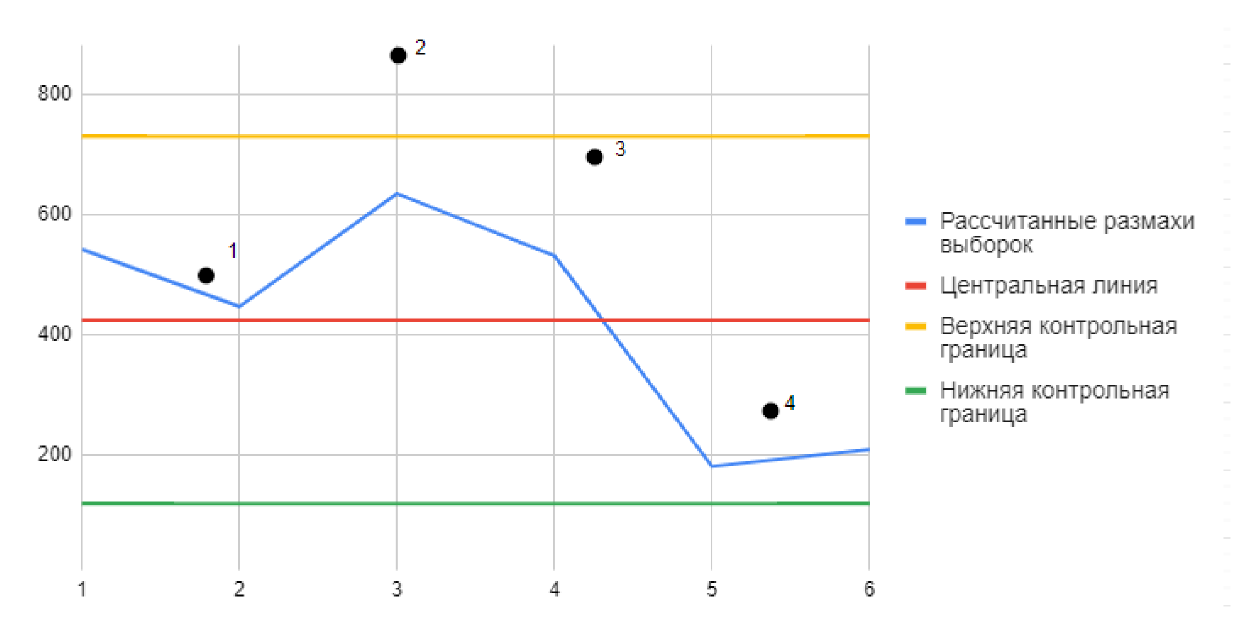


Рис. 3 Построенная карта выборочных стандартных отклонений

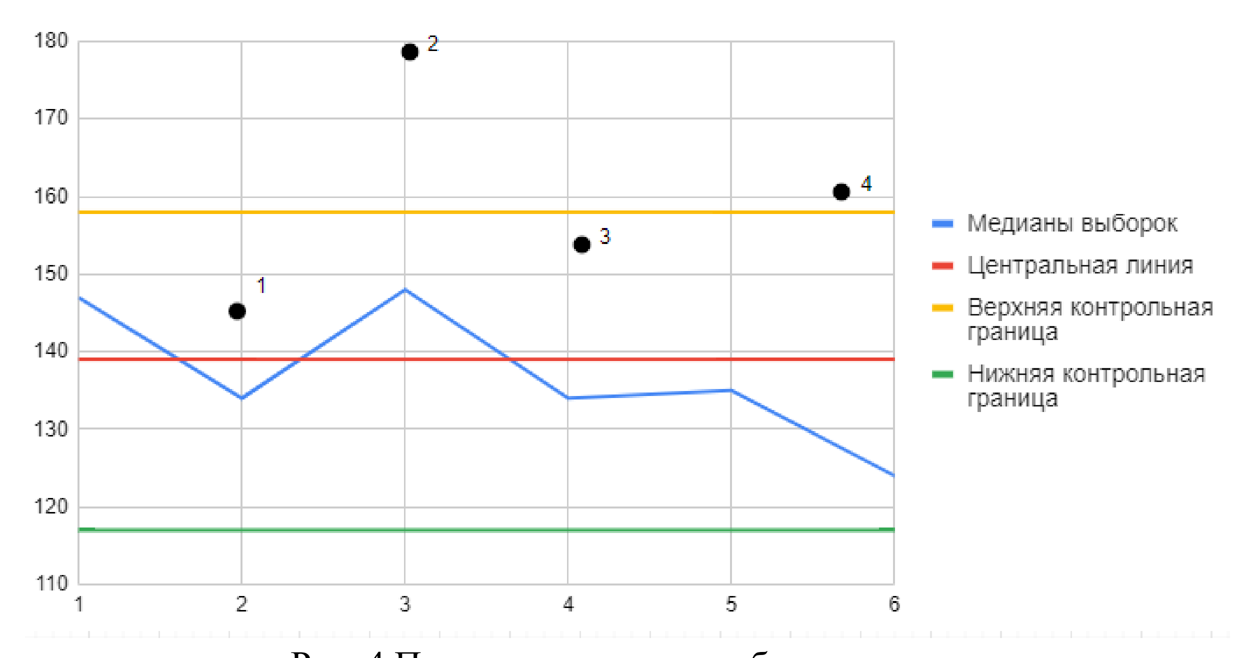


Рис. 4 Построенная карта выборочных средних

Таким образом, сочетание *Me*-карта и *R*-карта оказалось наиболее эффективным, так как смогло отличить для нашей задачи наличие и отсутствие аномалий. Как и предполагалось, необходимо выбрать карту более устойчивую к отклонениям, так как иные карты выдали неверный вердикт для неочевидного отсутствия аномалии.

Заключение

Так, с помощью реализованных алгоритмов были верифицированы приведенные в первом разделе способы выбора типа контрольных карт исходя из размера выборок и чувствительности карты к отклонениям.

Список использованной литературы:

1. Солонин С.И. Метод контрольных карт. Учебное пособие / Солонин С.И. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. – 214 с.

2. Васильев Н.Л. Статистическое регулирование технологического процесса. Методические указания по применению контрольных карт Шухарта / Васильев Н.Л. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2011. – 27 с.

3. Звонарев С.В. Основы математического моделирования. Учебное пособие / Звонарев С.В. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2019. – 115 с.

4. Р 50.1.018-98. Обеспечение стабильности технологических процессов в системах качества по моделям стандартов ISO серии 9000. Контрольные карты Шухарта / Москва, 2006. – 20 с.

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Международный научный журнал

Выпуск № 1 / 2022

Подписано в печать 15.01.2022

Рабочая группа по выпуску журнала

Ответственный редактор: Морозова И.С.
Редактор: Гараничева О.Е.
Верстка: Мищенко П.А.

Издано при
поддержке ГБОУ ВПО
«Донбасская аграрная
академия»

ГБОУ ВПО «Донбасская аграрная академия»
приглашает к сотрудничеству студентов, магистрантов,
аспирантов, докторантов, а также других лиц,
занимающихся научными исследованиями,
опубликовать рукописи в электронном журнале
«Промышленность и сельское хозяйство».

Контакты:

E-mail: donagra@yandex.ua
Сайт: http://donagra.ru

